

**PEMISAHAN DAN PEMURNIAN VIRGIN COCONUT OIL (VCO)
BERBASIS SISTEM MEMBRAN**

**SKRIPSI
TEKNIK KIMIA**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



ASLAH AREIGA FADHILLA

NIM. 175061100111023

RIYAD FATAHILLAH

NIM. 175061100711015

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2021

LEMBAR PENGESAHAN

PEMISAHAN DAN PEMURNIAN VIRGIN COCONUT OIL (VCO) BERBASIS SISTEM MEMBRAN

SKRIPSI

TEKNIK KIMIA

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



ASLAH AREIGA FADHILLA

NIM. 175061100111023

RIYAD FATAHILLAH

NIM. 175061100711015

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing

Pada tanggal 19 Juli 2021

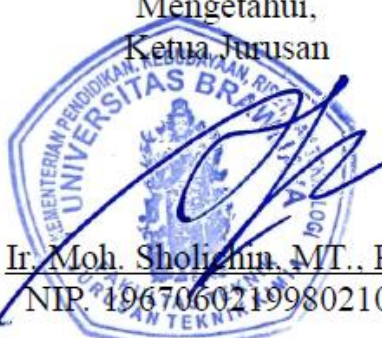
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Bambang Poerwadi, MS
NIP. 196001261986031001

Dr. Eng. Christina W. K, ST, MT
NIK. 2018078901272001

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Ir. Moh. Sholihin, MT., Ph.D
NIP. 196706021998021001

IDENTITAS TIM PENGUJI

JUDUL SKRIPSI:

PEMISAHAN DAN PEMURNIAN *VIRGIN COCONUT OIL* (VCO) BERBASIS SISTEM MEMBRAN

Nama Mahasiswa/NIM : Aslah Areiga Fadhilla/175061100111023

Riyad Fatahillah/175061107111015

Program Studi S1 : Teknik Kimia

TIM DOSEN PENGUJI

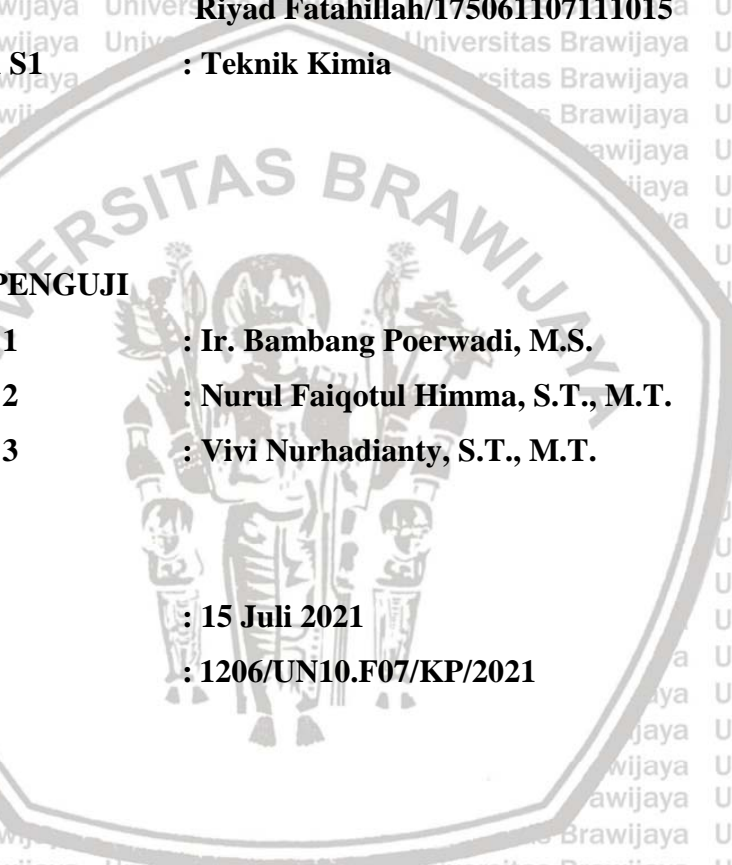
Dosen Penguji 1 : Ir. Bambang Poerwadi, M.S.

Dosen Penguji 2 : Nurul Faiqotul Himma, S.T., M.T.

Dosen Penguji 3 : Vivi Nurhadianty, S.T., M.T.

Tanggal Ujian : 15 Juli 2021

SK Penguji : 1206/UN10.F07/KP/2021



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta di proses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasa 225 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 19 Juli 2021

Mahasiswa I,



Aslah Areiga Fadhillah

NIM. 175061100111023

TURNITIN



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI



Nomor : 23/UN10.F07.18/PP/2021

Sertifikat ini diberikan kepada :

ASLAN AREIGA FADHILA

Dengan Judul Skripsi :

Pemisahan dan Pemurnian Virgin Coconut Oil (VCO) Berbasis Sistem Membran (Separation and Purification of Virgin Coconut Oil (VCO) Based on Membrane System)

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 21 Juli 2021

Kepala Jurusan Teknik Kimia
Dr. Moch. Sholehudin, M.T., Ph.D
NIP. 19670602-199802-1-001



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta di proses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasa 225 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 19 Juli 2021

Mahasiswa II,



Riyad Fatahillah

NIM. 175061100711015

TURNITIN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : **23/UN10.F07.18/PP/2021**

Sertifikat ini diberikan kepada :

RIYAD FATAHILLAH

Dengan Judul Skripsi :

Pemisahan dan Pemurnian Virgin Coconut Oil (VCO) Berbasis Sistem Membran (Separation and Purification of Virgin Coconut Oil (VCO) Based on Membrane System)

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 21 Juli 2021

Ketua Jurusan Teknik Kimia


Ir. Moh. Sholichin, M.T., Ph.D.
NIP. 19670602 199802 1 001



*Ucapan Terimakasih Kami Iringkan Kepada:
Allah SWT,
Kedua Orang Tua*



RINGKASAN

Aslah Areiga Fadhilla dan Riyad Fatahillah, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juni 2021, *Pemisahan dan Pemurnian Virgin Coconut Oil (VCO) Berbasis Sistem Membran*. Dosen Pembimbing: Bambang Poerwadi dan Christina Wahyu K.

Virgin Coconut Oil (VCO) adalah minyak kelapa murni yang berasal dari sari pati kelapa, diproses secara higienis tanpa proses pemanasan secara langsung dan bahan kimia tambahan. VCO dapat digunakan dalam berbagai bidang, seperti pada industri farmasi, kosmetik dan pangan. Inti dari pembuatan VCO adalah pemisahan minyak dari air dan protein. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode fermentasi dengan menggunakan ragi tape yang proses pemisahannya memerlukan waktu yang lama untuk memperoleh VCO. Sedangkan pada metode sentrifugasi meskipun tidak memerlukan waktu lama tetapi metode ini memiliki kendala didalam kemurnian produk. Produk yang dihasilkan dari metode sentrifugasi memiliki kadar air 5-15% yang mana belum sesuai dengan SNI kadar air VCO. Maka dari itu dilakukan proses pemisahan dan pemurnian VCO dengan metode lain yaitu dengan menggunakan sistem berbasis teknologi membran. Pada penelitian ini, membran yang digunakan adalah *filter cloth nylon* yang nantinya akan dikaji fluks, rendemen dan kadar air untuk mengetahui performanya dalam proses pemisahan VCO *Crude*.

Penelitian ini dilakukan untuk mengamati pengaruh jumlah lapisan *filter cloth nylon* dalam proses pemisahan untuk menghasilkan VCO *crude*. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah 1 lapis, 2 lapis, 3 lapis, 4 lapis, dan 5 lapis *filter cloth nylon*. Proses pemisahan VCO *Crude* dengan *filter cloth nylon* dilakukan dengan kondisi atmosferik. Pengujian performa membran dilakukan dengan mengukur fluks VCO *crude* sehingga diketahui volume permeat per waktu. Rendemen dari setiap variabel uji ditimbang sehingga didapatkan massa total rendemen yang tertahan untuk mengetahui efektivitas dari pemisahan dengan menggunakan *filter cloth nylon*. Hasil dari proses pemisahan didapatkan VCO *crude* yang di uji kadar air-nya untuk setiap variabel dengan menggunakan metode pemanasan. VCO *crude* dianalisis untuk pengecekan standar yang ada yaitu rendemen yang banyak, dan kadar air yang diinginkan 10-15% dengan performa membrane *filter cloth nylon* berupa nilai fluks yang besar dan waktu uji yang singkat. Setelah itu dilakukan proses pemurnian untuk proses lanjutan penurunan kadar airnya. Proses pemurnian dengan menggunakan membran PP dilakukan untuk memisahkan VCO dari air. Kemudian hasil pemisahan dilakukan uji kadar air dan kadar FFA untuk mengetahui kualitas produk VCO yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil penelitian, Pemisahan VCO *Crude* dengan *filter cloth nylon* dapat dijadikan alternatif pembuatan VCO karena meskipun menghasilkan kadar air yang cukup tinggi dibandingkan metode lainnya, metode ini membutuhkan waktu yang lebih singkat, energi yang lebih kecil serta tidak membutuhkan tambahan zat kimia lainnya. Performa dari *filter cloth nylon* dapat dilihat dari fluks yang dihasilkan memiliki nilai berikisar pada rentang 137,073 hingga 60,027 L/m².jam. dan rendemen VCO *Crude* yang didapatkan berada pada rentang 56,13-75,27%. Selain itu, semakin banyak jumlah lapisan *filter cloth nylon* yang digunakan, maka semakin sedikit kadar air VCO *Crude* yang didapatkan. Berdasarkan uji beda nyata terkecil (BNt), didapatkan variabel tiga lapis dengan kadar air VCO *Crude* yang optimum dengan nilai kadar air sebesar 14,47% dan rendemen sebanyak 55,42%.

Kata Kunci: Air, Filter Cloth Nylon, Jumlah lapisan, Membran PP, VCO

SUMMARY

Aslah Areiga Fadhilla and Riyad Fatahillah, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, Mei 2021, Separation and Purification of Virgin Coconut Oil (VCO) Based on Membrane System. Academic Supervisor: Bambang Poerwadi dan Christina Wahyu K.

Virgin Coconut Oil (VCO) is pure coconut oil derived from coconut starch, hygienic without direct heating and chemical additives. VCO can be utilized in various fields, such as in the pharmaceutical, cosmetic, and food industries. The core of making VCO is the separation of oil from water and protein. One method that can be used is the fermentation method using tape yeast, whose separation process takes a long time to obtain VCO. While the centrifugation method, although does not take long, this method has problems with product purity. The product produced from the centrifugation method has a moisture content of 5-15% that is not following the SNI for VCO water content. Therefore, the VCO separation and purification process could be using another method, a membrane technology-based system. This study will use nylon filter cloth which would later be studied for flux, yield, and water content to determine its performance in the VCO Crude separation process.

This research was conducted to observe the effect of the number of layers of nylon cloth filter in the separation process to produce crude VCO. The variables used in this study were 1 layer, 2 layers, 3 layers, 4 layers, and 5 layers of nylon cloth filters. The process of separating VCO Crude with a nylon cloth filter is carried out under atmospheric conditions. The membrane performance test was carried out by measuring the flux of crude VCO so that the permeate volume per time was known. The yield of each test variable was weighed so that the total mass of the retained yield was obtained to determine the effectiveness of the separation using a nylon cloth filter. The results of the separation process obtained crude VCO which was tested for its water content for each variable using the heating method. Crude VCO was analyzed to check existing standards, namely high yields, and the desired moisture content of 10-15% with the performance of nylon cloth filter membranes in the form of large flux values and short test times. After that, a purification process is carried out to further reduce the water content. Purification process using PP membrane is carried out to separate VCO from water. Then the results of the separation were tested for water content and FFA levels to determine the quality of the resulting VCO product.

Based on the research results, Separation of Crude VCO with a nylon cloth filter can be used as an alternative for making VCO because although it produces a fairly high water content compared to other methods, this method requires a shorter time, less energy and does not require additional chemical substances. The performance of the nylon cloth filter can be seen from the flux produced which has a value ranging from 137,073 to 60.027 L/m².hour, and the yield of VCO Crude obtained is in the range of 56.13-75.27%. In addition, the more layers of nylon cloth filter used, the less water content of VCO Crude is obtained. Based on the smallest significant difference test (BNt), three-layer variables were obtained with optimum VCO Crude water content with a water content value of 14.47% and a yield of 55.42%.

Keywords: Water, Nylon Cloth Filter, Number of layers, PP Membrane, VCO

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi dengan judul **“Pemisahan dan Pemurnian Virgin Coconut Oil (VCO) Berbasis Sistem Membran”** ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa dengan segala keterbatasan dan kemampuan yang penulis miliki dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai hambatan. Berkat bimbingan dan dorongan, serta doa dari berbagai pihak sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih pada kesempatan ini kepada:

1. Orang tua dan keluarga kami yang selalu memberikan semangat, motivasi dan doa dalam penyusunan dan penulisan skripsi
2. Bapak Ir. Moh. Sholichin, MT., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
3. Ir. Bambang Poerwadi, MS dan Dr. Eng. Christina Wahyu K, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan membantu penulis dalam penyelesaian skripsi
4. Evi Sulviani, A.Md., selaku PLP Laboratorium Operasi Teknik Kimia di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya yang telah membantu penulis dalam persiapan dan penelitian skripsi di Laboratorium
5. Segenap Bapak/Ibu dosen, serta staff di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
6. Semua pihak yang penulis tidak dapat menyebutkan satu per satu telah banyak membantu dan mendukung dalam penyusunan skripsi

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak guna kebaikan skripsi ini. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih, semoga skripsi ini memberikan kebermanfaatan bagi penulis dan pembaca.

Malang, 24 Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN.....	viii
SUMMARY.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 VCO (<i>Virgin Coconut Oil</i>).....	6
2.2 Pembuatan VCO (<i>Virgin Coconut Oil</i>).....	8
2.3 Emulsi.....	9
2.4 Teknologi Membran.....	11
2.5 Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	25
3.2 Variabel yang Diuji.....	25
3.3 Bahan dan Alat.....	25
3.4 Prosedur Penelitian.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Uji Performa <i>Filter Cloth Nylon</i> terhadap Pemisahan Campuran Air.....	37
4.2 Uji Performa Membran PP terhadap Pemurnian VCO Crude.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi VCO menurut APCC (2005).....	7
Tabel 2.2 Standar SNI pada VCO (SNI 7381:2008)	7
Tabel 4.1 Data Kadar Air Umpa dan Permeat.....	43
Tabel 4.2 Perbandingan Kadar Air pada Berbagai Metode Pembuatan VCO.....	47
Tabel 4.3 Hasil Uji VCO	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema jenis O/W dan W/O pada emulsi tunggal (Prince, 1997)	10
Gambar 2. 2 Skema emulsi ganda W/O/W dan O/W/O (Hunter, 1989)	10
Gambar 2. 3 Skema Prinsip Pemisahan dengan Membran (Mulder, 1992)	12
Gambar 2. 4 Skema aliran (a) dead-end (b) crossflow (Saleh dan Gupta, 2016).....	14
Gambar 2. 5 Polarisasi konsentrasi pada membrane	20
Gambar 2. 6 Penggunaan spacer pada modul membrane.....	21
Gambar 2. 7 Pola aliran co-flow, cross-flow, dan counter-flow	21
Gambar 2. 8 Fluks sebagai fungsi waktu. Polarisasi konsentrasi dan fouling dapat dibedakan (Mulder, 1995)	22
Gambar 3. 1 Skema Peralatan Pemisahan	26
Gambar 3. 2 Skema Peralatan Pemurnian	26
Gambar 3. 3 Skema Penelitian (a) Proses Pemisahan dan (b) Proses Pemurnian	28
Gambar 3. 4 Proses Pemisahan VCO dari santan dengan filter cloth nylon pada modul membran	30
Gambar 3. 5 Proses Persiapan Cawan Porselen untuk Pengujian Kadar Air	33
Gambar 3. 6 Pengujian Kadar Air	34
Gambar 3. 7 Proses Pengujian Kadar FFA.....	36
Gambar 4.1 Grafik Hubungan antara Volume Permeat (mL) dan Waktu.....	39
Gambar 4.2 Perbandingan Fluks VCO <i>Crude</i> pada Setiap Variabel.....	39
Gambar 4. 3 Perbandingan Fluks VCO-Air setiap Satuan Waktu	41
Gambar 4.4 Data Hasil Rendemen VCO <i>Crude</i>	42
Gambar 4.5 Data Kadar Air Tiap Perlakuan	44
Gambar 4.6 Data Perbandingan Kadar Air dan Rendemen.....	45
Gambar 4.7 Data Perbandingan Tiap Siklus	46
Gambar 4.8 Perbandingan Parameter Setiap Metode Pembuatan VCO.....	48
Gambar 4.9 Grafik Volume Permeat vs Waktu pada Pemurnian VCO <i>Crude</i>	50
Gambar 4.10 Reaksi Hidrolisis Minyak (Tamamy, 2012) .. Error! Bookmark not defined.	



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Virgin Coconut Oil (VCO) merupakan minyak kelapa murni yang terdapat pada sari pati buah kelapa, diproses dengan higienis tanpa dilakukan pemanasan secara langsung serta tanpa penambahan bahan kimia. VCO dapat digunakan dalam berbagai bidang, seperti pada industri farmasi, kandungan asam laurat dipercaya dapat membunuh segala varian mikroba yang membran selnya terdapat asam lemak (*lipid coated microorganisms*) seperti, Influenza, *Cytomegalovirus*, *Streptococcus sp*, *Staphilococcus sp*, Gram positif, Gram negatif, HIV, Hepatitis C, Herpes, *Helicobacter pylori*. Pada industri kosmetik (sabun *lotion*, dan *shampoo*), kandungan asam kaprilat dalam VCO adalah fungisida yang dapat mengobati infeksi jamur kandida penyebab keputihan pada wanita (Fife, 2003). Selain itu, VCO juga banyak digunakan pada industri pangan untuk pembuatan kue kering, *mayonnaise*, margarin, dan es krim.

Selain itu, didalam VCO juga terkandung asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA) dan juga air. VCO yang dihasilkan memiliki nilai rerata angka asam lemak bebas antara 0.066-0.096%. Pada hasil analisis ragam angka asam lemak bebas terdapat pengaruh yang sangat nyata ($\alpha = 0.01$) antara lama waktu penyimpanan sebelum proses serta tempat penanaman kelapa terhadap angka asam lemak bebas (Mulyadi, 2011). Angka asam yang tinggi mengartikan bahwa asam lemak bebas yang berasal dari hidrolisis minyak selain itu dikarenakan proses pengolahan yang kurang baik. Semakin tinggi nilai angka asam maka semakin rendah kualitas dari minyak. Kadar air merupakan jumlah sampel yang menguap pada pemanasan dengan temperatur serta waktu tertentu yang biasanya ditunjukkan dalam persen. Apabila pada minyak terkandung air maka dapat mengakibatkan reaksi hidrolisis yang dapat menyebabkan kerusakan minyak sehingga dapat membuat rasa serta aroma tengik pada minyak (Edahwati, 2011).

Proses inti pembuatan VCO merupakan pemisahan minyak dari air dan protein. Memisahkan minyak dari air dan protein terdapat beberapa hambatan, seperti pada proses metode fermentasi dengan menggunakan ragi tape membutuhkan waktu yang lama dalam pemisahannya untuk mendapatkan VCO. Dimana perlu

dilakukan pendiaman selama 2 jam pada pemisahan krim dan skim serta pendiaman kembali selama 12 jam dengan ragi tape untuk proses fermentasi dan didiamkan kembali selama 8-10 jam setelah proses pencampuran krim dengan *starter* ragi tape (Elfianus, 2008).

Sedangkan metode sentrifugasi, dilakukan pemanfaatan massa jenis minyak yang lebih ringan pada pemisahannya. Santan merupakan emulsi minyak dalam air sebab terdapat protein yang menyelubungi molekul minyak, pemisahan minyak dari emulsi santan dapat menggunakan metode sentrifugasi. Pada kecepatan sentrifugasi 1000 rpm berlangsung pemisahan menggunakan gaya sentrifugal sebab disimilaritas massa jenis minyak yang lebih ringan dibanding air. Minyak akan terakumulasi pada bagian atas serta didapatkan massa VCO yang lebih banyak dibandingkan dengan kecepatan sentrifugasi lain. Semakin tingginya kecepatan sentrifugasi maka dihasilkan persen kadar air yang semakin tinggi. Meski metode sentrifugasi tidak membutuhkan waktu lama, tetapi metode ini memiliki masalah terhadap kemurnian produk. Produk yang dihasilkan dari metode sentrifugasi memiliki kadar air 5-15% yang mana belum sesuai dengan SNI kadar air VCO. (Hapsari dan Welasih, 2013). Maka dari itu dilakukan proses pemisahan dan pemurnian VCO dengan metode lain yaitu dengan menggunakan system berbasis teknologi membran.

Pengaplikasian dari teknologi membran mempunyai banyak keuntungan misalnya seperti penghematan energi dikarenakan proses dapat dilakukan pada suhu kamar. Selain itu kualitas produk juga dapat terjaga dikarenakan tidak perlu adanya penambahan bahan aditif kimia. Dan yang terakhir, proses dapat berlangsung lebih higienis dan terjaga karena dilakukan secara tertutup (Wenten, dkk, 2010).

Membran hidrofilik dapat dipertimbangkan, karena memiliki sifat *healing* sendiri asalkan telah terhidrasi sepenuhnya dan tidak mengalami dehidrasi secara berlebihan saat digunakan (Ciria, 1995). Hidrofilik, yaitu material yang dapat berinteraksi tarik-menarik dengan air (Fitradi, 2015). *Filter cloth nylon* merupakan salah satu membran yang memiliki sifat hidrofilik dan mudah didapat. Membran ini telah banyak tersedia secara komersil. Membran yang terbentuk dari polimer sintetik ini bersifat hidrofilik, murah, cenderung tidak bermasalah terhadap penyerapan maupun penyumbatan dan memiliki fluks tinggi. Sifat *filter cloth nylon* yang hidrofilik maka memiliki penyerapan air yang tinggi. Nilon merupakan polimer yang

memiliki daya tahan lumayan baik apabila dibandingkan dengan polimer lain. Nilon mempunyai elastisitas yang tinggi, sulit untuk rusak, tahan terhadap minyak serta lemak, dan juga sulit mengalami peregangan jika ditarik serta dicuci (Saleh, A., 2017).

Penggunaan polimer nilon yang termasuk senyawa poliamida sintetis, ditunjukkan dari sifat fisik, kimia, serta strukturnya yang sangat mungkin untuk dimanfaatkan sebagai filter. Selain itu nilon secara hidrofibisitas termasuk ke dalam jenis membran filtrasi yang bersifat hidrofilik dimana membran yang memiliki persen porositas yang tinggi artinya memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi terhadap air. (Saragih, Dita A., 2018). Keuntungan *filter cloth nylon* sebagai material membran adalah hidrofilik, sehingga mempunyai ketahanan yang baik terhadap terjadinya *fouling* terutama terhadap protein dan lemak (Scott dan Hughes, 1996).

Potensi yang dimiliki oleh *filter cloth nylon* ini menarik perhatian dalam aplikasi dan penggunaannya untuk pemisahan VCO. Pada penelitian ini, *filter cloth nylon* akan dikaji fluks dan persen rendemen untuk mengetahui performa pada proses pemisahan VCO. Akan diuji pula kandungan permeat seperti kadar air untuk mengetahui kualitas produk dari proses pemisahan. Penelitian ini dilakukan dengan pengaruh banyaknya lapisan *filter cloth nylon* dalam proses pemisahan VCO *crude* yang dihasilkan.

Proses pemisahan pada penelitian ini lebih ditekankan untuk memisahkan VCO-Air dari campuran air-santan pada umpan yang digunakan dan juga memisahkan dari zat-zat lain yang terkandung didalam umpan santan yang tidak dapat lolos melewati membran karena ukuran molekul yang lebih besar daripada ukuran pori yang digunakan serta sifat kepolaran yang berbeda dengan membran. Fokus utama pada penelitian ini ditujukan pada proses pemisahan. Namun, dilakukannya proses pemurnian untuk mengetahui hasil yang didapatkan pada proses pemisahan dan pengoptimalan lebih lanjut dari proses pemisahan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini, antara lain:

1. Bagaimana performa *filter cloth nylon* terhadap proses pemisahan VCO *crude* yang dihasilkan?

2. Bagaimana pengaruh jumlah lapisan *filter cloth nylon* dalam proses pemisahan VCO *crude* yang dihasilkan ?

1.3 Pembatasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini, antara lain:

1. Pada penelitian ini menggunakan *filter cloth nylon* dengan ukuran pori 10 μm
2. Pada proses pemisahan dengan menggunakan *filter cloth nylon* dilakukan pada kondisi atmosferik (1 atm)

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini, antara lain:

1. Mengetahui performa *filter cloth nylon* terhadap proses pemisahan dalam karakteristik VCO yang dihasilkan
2. Mengetahui pengaruh jumlah lapisan *filter cloth nylon* dalam proses pemisahan VCO *crude* yang dihasilkan

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini menggunakan *membrane filter cloth nylon* dalam proses pemisahan VCO-Air sehingga diketahui performanya. *Membrane filter cloth nylon* juga bermanfaat dalam proses pemisahan santan kelapa yang digunakan dan berpotensi dimanfaatkan untuk digunakan dalam proses pemurnian VCO dalam skala industri untuk menggantikan proses pemisahan VCO dengan proses sentrifugasi, dekantasi, ataupun penggaraman. Pada penelitian ini berpotensi mendapatkan VCO yang higienis dengan proses yang ada serta dengan adanya proses pemisahan dan pemurnian VCO berbasis sistem membran akan membuat proses pembuatan VCO lebih singkat dari yang proses yang sudah ada saat ini dan mendapatkan hasil yang lebih baik.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 VCO (*Virgin Coconut Oil*)

Virgin Coconut Oil (VCO) merupakan minyak yang terdapat pada buah kelapa. Berbeda dengan minyak kelapa biasa, VCO didapatkan tanpa melalui penambahan bahan kimia dan tanpa proses pemanasan yang tinggi. VCO berguna untuk kesehatan tubuh, hal ini karena di dalam VCO banyak terkandung asam lemak rantai medium (*Medium Chain Fatty Acid/MCFA*). MCFA yang sangat melimpah di dalam VCO merupakan asam laurat (*Lauric Acid*). Karakter dari MCFA yang mudah diserap dapat menaikkan metabolisme tubuh (Hapsari, Nur., 2013). VCO jauh lebih jernih bagaikan air mineral, jika ditinjau dari warnanya. Tidak hanya itu komponen air serta asam lemak bebasnya rendah, dan juga tingginya komponen asam lauratnya. VCO memiliki anti oksidan bebas sehingga dapat melindungi imunitas tubuh (Tamzil, dkk., 2017). VCO juga bermanfaat dalam peningkatan imunitas manusia akan penyakit dan dapat memperlaju pemulihan. Kegunaan itu timbul pada kenaikan metabolisme dari akumulasi energi yang dihasilkan, sehingga menyebabkan sel-sel di dalam tubuh bertindak lebih efektif. Dimana akan terbentuk sel-sel baru yang mengambil alih sel-sel yang rusak dengan segera. Tidak seperti minyak sayur yang berakhir didalam tubuh sebagai energi, kolesterol, dan lemak, VCO yang dikonsumsi didalam tubuh hanya menghasilkan energi saja (Hapsari, Nur., 2013).

Komponen utama VCO merupakan asam lemak jenuh serta mempunyai ikatan ganda dalam jumlah minim, VCO relatif resistan pada panas, cahaya dan oksigen. Komponen yang sangat banyak pada minyak kelapa merupakan asam laurat (Hapsari, Nur., 2013). Kandungan utama VCO merupakan asam lemak jenuh kurang lebih 92 persen dan asam lemak tidak jenuh kurang lebih 10 persen. Di dalam VCO didominasi asam lemak jenuh oleh asam laurat. Dan didalam VCO terkandung kurang lebih 53 persen asam laurat dan kurang lebih 7 persen asam kaprilat (Tamzil, dkk., 2017).

VCO memiliki 2 klasifikasi, grade A untuk *food grade* dan grade B untuk *cosmetic grade*, yang spesifikasinya tidak jauh berbeda antara satu sama lain. Perbedaan spesifikasi antara VCO grade A dan B ditunjukkan pada Tabel 2.1. dan Standar SNI VCO pada Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Spesifikasi VCO menurut APCC (2005)

No.	Karakteristik mutu	Grade A	Grade B
1.	Asam lemak bebas (dihitung sebagai asam laurat) (%)	Max. 0,10	Max. 0,20
2.	Nilai Penyabunan (%)	Min. 255	Min. 255
3.	Densitas pada 30°C	0,915 – 0,920	0,915 – 0,920
4.	Indeks Bias pada 40°C	1,4480 – 1,4490	1,4480 – 1,4490

Tabel 2.2 Standar SNI pada VCO (SNI 7381:2008)

Parameter	Syarat
Keadaan (Bau, Rasa, Warna)	Aroma khas kelapa segar tidak tengik, rasa normal khas kelapa, tidak berwarna hingga kuning pucat
Kadar Air dan senyawa menguap (%)	0,2
Asam Lemak Bebas (dihitung sebagai asam laurat (%))	Maks. 0,2
Bilangan iod (g iod/100 g)	4,1 – 11,0
Bilangan Peroksida (mg ek/kg)	Maksimal 0,2
Asam Lemak:	
- C 6:0 – Asam Kaproat	ND – 0,7
- C 8:0 – Asam Kaprilat	4,6 – 10,0
- C 10:0 – Asam Kaprat	5,0 – 8,0
- C 12:0 – Asam Laurat	45,1 – 53,2
- C 14:0 – Asam Miristat	16,8 – 21,0
- C 16:0 – Asam Palmitat	7,5 – 10,2
- C 18:0 – Asam Stearat	2,0 – 4,0
- C 18:1 – Asam Oleat	5,0 – 10,0
- C 18:2 – Asam Linoleat	1,0 – 2,5
- C 18:3 – Asam Linolenat	ND – 0,2

2.2 Pembuatan VCO (*Virgin Coconut Oil*)

Terdapat beberapa cara dalam pembuatan VCO, seperti pengasaman, pancingan, penggaraman, pemanasan, dan lain-lain (Tamzil, dkk., 2017). Saat ini, metode sentrifugasi ialah teknologi yang banyak diaplikasikan di industri VCO. Proses pembuatan VCO dengan metode sentrifugasi meliputi daging buah kelapa yang telah diparut dilakukan penimbangan sejumlah 8 kg dan ditambahkan air hangat (Fatimah dkk. 2010). Air hangat yang digunakan optimal dengan suhu 40°C (Tamzil dkk., 2017). Campuran daging kelapa yang diparut dengan air hangat diremas-remas selama kurang lebih 10 menit dan dilakukan pemerasan dengan pemeras santan menggunakan kain nilon. Hasil pemerasan berupa santan berkonsentrasi rendah diberlakukannya sentrifugasi untuk memecahkan emulsi santan. Kemudian santan didiamkan hingga terbentuk 3 lapisan, yakni lapisan minyak, blondo (protein), serta air. Ketiga larutan tersebut merupakan komposisi di dalam santan yang terbentuk karena perbedaan massa jenis. Lapisan teratas berupa minyak merupakan produk VCO (Hapsari dan Welasih 2013). Pada proses sentrifugasi dapat menghasilkan kualitas yang terbaik dengan aroma manis kelapa jika dilakukan dengan dua proses tahap sentrifugasi. Dan hanya dapat diproduksi dalam operasi skala medium hingga tinggi dengan produksi diatas 10.000 kelapa/hari yang mana membutuhkan biaya invertasi yang sangat tinggi dan juga membutuhkan energi yang tinggi (Bawalan, 2006).

Santan kelapa merupakan cairan putih kental yang didapatkan dari daging kelapa yang telah diparut dan kemudian ditambahkan air serta dilakukan pemerasan. Santan dimanfaatkan untuk menyedapkan masakan jadi lebih nikmat. Dalam suhu ruang berkisar 25-30 °C, santan kelapa dapat bertahan kurang dari 10 jam serta dapat bertahan lebih dari 24 jam dalam lemari pendingin. Apabila dilakukan pemanasan pada temperatur yang cukup tinggi, santan dapat mudah rusak. Hal tersebut tidak di kehendaki, maka dari itu untuk menangani masalah tersebut biasanya santan akan dilakukan pengadukan selama proses pemanasan ketika santan mulai mendidih. Santan kelapa memiliki tiga nutrisi utama, yakni lemak, protein, dan karbohidrat yang masing-masing memiliki nilai sebesar 88,3%, 6,1%, dan 5,6%. (Srihari, Endang, dkk., 2010).

Dalam pembuatan VCO dengan memanfaatkan metode pengasaman dapat dilakukan dengan daging buah kelapa yang sudah dibuang testanya kemudian diparut. Dilakukan penambahan air dengan perbandingan 1:3 terhadap kelapa parut sehingga didapatkan santan. kemudian dilakukan pendiaman sekitar 1,5 sampai 2 jam supaya krim

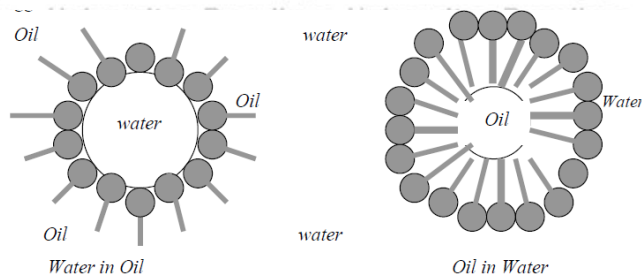
serta skim terpisah. Krim yang terbentuk dilakukan pemisahan dan ditambahkan larutan asam asetat lima persen sejumlah 0,15 persen berat per volum. Campuran tersebut akan difermentasikan sekitar sepuluh sampai empat belas jam pada *shaker* yang dilakukan pada temperatur ruangan (Dwiyuni, 2009). Pada proses produksi VCO dengan fermentasi dapat dilakukan dalam industri rumah atau operasi skala mikro dengan menggunakan peralatan operasi semi-mekanis, tetapi dalam prosesnya limbah hasil fermentasi *skim milk* menjadi masalah apabila hasil limbah yang dihasilkan dari kapasitas diatas 2.000 kelapa/hari. *Skim milk* harus dilarutkan menggunakan air sebelum dibuang (Bawalan, 2006).

Sedangkan dalam pembuatan VCO dengan metode penggaraman dilakukan menambahkan garam, seperti NaCl dan Na₂SO₄ yang berguna untuk mengurangi kadar air yang tinggi. Tetapi dari proses tersebut dengan dilakukan penambahan bahan kimia didalamnya akan mengakibatkan kandungan dari VCO akan berubah dan kadar kemurniannya menurun (Dwiyuni, 2009). Pada metode penggaraman dilakukan penambahan garam khusus ke dalam krim santan sehingga krim akan mengeluarkan minyak dan protein setelah beberapa waktu. Metode penggaraman memiliki kekurangan yang mana menyebabkan pencemaran pada limbahnya karena dihasilkan PH yang tinggi (Edahwati, 2011). Proses inti pembuatan VCO merupakan pemisahan minyak dari air serta protein yang mana bahan utamanya adalah santan kelapa yang merupakan emulsi.

2.3 Emulsi

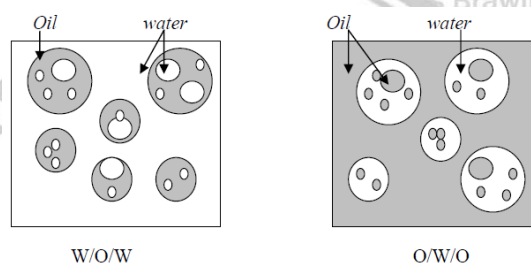
Emulsi ialah sistem dua fase yang salah satu cairannya terdispersi dalam cairan yang lain dalam bentuk tetesan kecil (Indayanti, 2014). Emulsi memiliki tiga fase yaitu internal, eksternal dan *interface*. Fase internal atau fase dispersi berada dalam wujud *droplet* halus sedangkan fase eksternal atau fase kontinyu menghasilkan wujud matriks dimana droplet tersuspensi (Edy, 2007).

Pada umumnya, emulsi bisa dikategorikan menjadi dua kelompok "air" dan "minyak". Semua air atau fase-fase yang larut dalam air dikategorikan sebagai air, sementara yang lain dikategorikan sebagai minyak. Apabila air terdispersi dalam minyak disebut jenis emulsi air-dalam-minyak (W/O), maka dari itu air sebagai fase terdispersi serta minyak sebagai fase kontinyu. Dan apabila minyak terdispersi ke air maka emulsi tersebut adalah jenis emulsi minyak-dalam-air (O/W). Skema jenis O/W dan W/O pada emulsi tunggal ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Skema jenis O/W dan W/O pada emulsi tunggal (Prince, 1997)

Sedangkan pada emulsi ganda atau *multiple emulsion* disusun paling sedikit oleh dua fase *immiscible* yang dipisahkan oleh paling sedikit dua *film surfaktant* (emulsifier). Emulsi ganda dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu emulsi O/W/O (minyak-dalam air-dalam minyak) serta W/O/W (air-dalam minyak-dalam air) (Edy, 2007). Skema emulsi ganda W/O/W dan O/W/O ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Skema emulsi ganda W/O/W dan O/W/O (Hunter, 1989)

Stabilitas emulsi adalah suatu ketahanan emulsi untuk menahan energi yang akan memecahkan emulsi tersebut (Manggala dkk., 2017). Beberapa faktor penyebab kestabilan emulsi diantaranya dijelaskan sebagai berikut (Manggala dkk., 2017):

1. Agitasi atau pengadukan adalah salah satu faktor utama penyebab kestabilan emulsi. Semakin kuat dan semakin banyak agitasi yang terjadi emulsi akan semakin stabil.
2. Ukuran Butir (Droplet), butiran air yang kecil akan menyebabkan kecepatan pemisahan yang lambat. Semakin banyak hambatan semakin kecil ukuran butir air. Pengecilan butir disebabkan oleh agitasi dan butir air yang mengecil akan menyebabkan emulsi lebih mudah terbentuk.
3. Surfaktan adalah zat aktif yang menurunkan tegangan permukaan air minyak. Tegangan permukaan yang rendah akan menyebabkan emulsi akan semakin stabil. Surfaktan bekerja sebagai pembuat emulsi atau penyetabil emulsi (emulsifier).
4. Pengaruh pH, dimana zat bersifat asam atau basa bersifat penyetabil emulsi. Pengaruh pH rendah meningkatkan "oil wetting solids" dan memperketat emulsi air dalam minyak. pH tinggi meningkatkan "water wetting solids" dan mempeketat emulsi minyak dalam air.

5. Viskositas Minyak, sesuai dengan Rule of thumb: minyak mentah dengan API Gravity rendah (viskositas tinggi) cenderung memiliki emulsi yang lebih sulit pecah viskositas tinggi akan menghambat pergerakan molekul air untuk saling bertemu membentuk molekul yang lebih besar. Menurut hukum Stoke kecepatan pemisahan berbanding terbalik dengan viskositas.
6. Temperatur, jika temperatur turun maka viskositas emulsi meningkat, emulsifier dapat menambah tingginya viskositas emulsi dan energi panas butiran air untuk bergerak dan saling bertemu akan menurun.

Demulsifikasi merupakan pemecahan emulsi sehingga terpisah menjadi dua fase, yakni air dan minyak dapat dilakukan dengan diturunkannya stabilitas, seperti merusak *film interface* dengan cara menaikkan temperatur, *mixing*, atau memakai unsur lain yang bisa mengganggu kestabilan (Indayanti, 2014). Proses demulsifikasi bisa dilakukan dengan metode kimia serta fisika. Pada metode kimia dilakukan penambahan demulsifier pada emulsi yang bertujuan untuk mendestabilisasi partikel emulsi dengan prinsip kerjanya menurunkan tegangan permukaan sistem minyak-air atau air-minyak, sehingga komponen-komponen kecil minyak atau air akan bergabung menjadi ukuran yang lebih besar (Hamadi dan Mahmood, 2010). Sedangkan pada metode fisika, demulsifikasi dapat dilakukan dengan pemanasan, medan elektrostatis bertegangan tinggi, *high shear*, *ultrasonic*, disolusi pelarut, dan sentrifugasi (Indayanti, 2014). Adapun tujuan dari proses demulsifikasi ini yaitu untuk mendestabilkan emulsi yang terbentuk sehingga dapat dipisahkan. Proses pemisahan pada saat ini salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi membran.

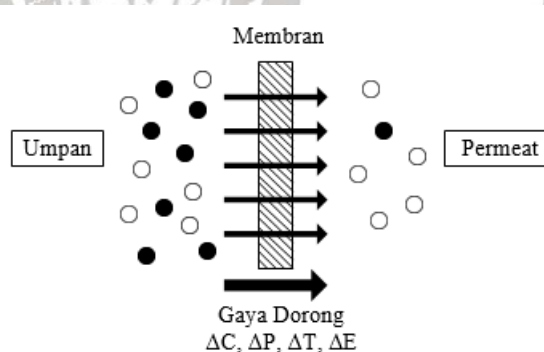
2.4 Teknologi Membran

Membran merupakan material yang dapat digunakan untuk melewatkan molekul agar terpisah dari molekul lain dalam sebuah campuran (Istianah, 2018). Membran dapat dideskripsikan dengan sebuah lapisan tipis semipermeabel atau penahan selektif antara dua fasa, yang mengijinkan kandungan terlarut lewat, dan menahan kandungan lainnya dari suatu campuran. Fungsi dari membran yaitu sebagai penghalang untuk pemisahan dua fase antara padatan dan liquid. Membran dapat berupa homogen atau heterogen, simetrik atau asimetrik dalam strukturnya, solid atau liquid, bisa membawa muatan positif atau negatif, atau dapat bersifat netral atau bipolar. Ketebalan dari membran bervariasi dari sekecil 100 mikron hingga beberapa milimeter. Karakteristik lainnya dari membran adalah permselektivitas, yang

mana menentukan perbedaan dalam laju transport dari jenis komponen di dalam matrix membran (Nath, 2017).

Berdasarkan morfologinya, membran dapat dikategorikan menjadi membran simetris serta asimetris. Membran simetris merupakan membran yang memiliki ukuran dan kerapatan pori yang sama disemua bagian baik berpori ataupun tidak berpori, struktur dan sifat-sifat perpindahan sama di seluruh penampang lintang. Sedangkan membran asimetrik merupakan membran yang umumnya terdapat lapisan kulit yang tipis dan tidak berpori yang merupakan lapisan aktif dengan lapisan pendukung yang berada di bawahnya (Himma & Saptati, 2018).

Prinsip pemisahan menggunakan membran yaitu dengan memisahkan suatu spesi tertentu dari campurannya berdasarkan sifat fisika dan kimianya. Membran dapat memisahkan suatu spesi tertentu karena terdapat disimilaritas sifat fisika serta sifat kimia antara membran dan spesi yang ingin dipisahkannya. Efisiensi penggunaan membran didasarkan oleh dua kriteria, yakni selektivitas serta aliran melalui membran. Perpindahan massa melewati membran dapat terjadi disebabkan terdapat gaya dorong (*driving force*) yang dapat berupa gradien tekanan (ΔP), gradien konsentrasi (ΔC), gradien temperatur (ΔT), dan gradien potensial listrik (ΔE) (Mulder, 1992). Skema prinsip pemisahan pada membran ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Skema Prinsip Pemisahan dengan Membran (Mulder, 1992)

Proses membran bertekanan banyak digunakan pada hampir semua industri kimia, farmasi, dan makanan. Inti dari proses membran merupakan meloloskan komponen tertentu dan menahan komponen yang lain.

Pada proses berbasis membran dengan gaya dorong tekanan terdapat mikrofiltrasi yang merupakan aplikasi teknologi membran yang memiliki ukuran pori sekitar 0.1 hingga 10 μm dengan material membran polimer atau keramik dan ketebalan 10-150 μm . Jenis membran ini tidak dapat dilalui mikroorganisme. Selain itu, mikrofiltrasi juga merupakan

teknologi membran yang dapat dioperasikan pada tekanan rendah yakni antara 0.1 bar sampai 2 bar dan prinsip pemisahan menggunakan mekanisme *sieving*. Membran ini tergolong dalam jenis asimetrik, seperti halnya reverse osmosis (Istianah, 2018). Membran mikrofiltrasi terletak diantara membran ultrafiltrasi dan filter konvensional. Dalam industri mikrofiltrasi, produksi cartridge sekali pakai untuk industri farmasi dan elektronik saat ini adalah bagian terbesar. Waktu operasi membran mikrofiltrasi pada umumnya ditentukan dengan satuan jam (Baker, 2004).

Selanjutnya, Teknologi membran ultrafiltrasi merupakan jenis dari filtrasi membran yang mana tekanan hidrostatik memaksa cairan untuk lolos membran semipermeable. Padatan tersuspensi dan pelarut yang memiliki berat molekul tinggi tertahan, sementara air dan pelarut yang memiliki berat molekul rendah lolos dari membran. Jenis membran yang digunakan untuk ultrafiltrasi biasanya asimetris berpori dengan tebal 150 μm (monolitik untuk sebagian keramik) dan skala pori 1 hingga 100 nm. Untuk *driving force*, membran ultrafiltrasi dapat diaplikasikan pada tekanan 1 hingga 10 bar dan konsep pemisahan menggunakan metode *sieving*. Dengan bahan membran yang biasa digunakan berupa polimer (polisulfon (PS), polyacrylonitrile (PAN)) atau keramik (zirkonium oksida, aluminium oksida) (Mulder, 1996). Proses pemisahan ini dimanfaatkan pada industri serta penelitian untuk pemurnian dan pemekatan larutan makromolekul, yang paling utama adalah larutan protein serta diaplikasikan untuk sistem ultrafiltrasi *wearable* (WUF) dan ginjal buatan *wearable* (WAK) (Ronco, dkk., 2008).

Teknologi membran yang juga menggunakan gaya dorong tekanan, yaitu nanofiltrasi yang merupakan proses filtrasi membran yang relative baru sering kali dimanfaatkan dengan jumlah semua padatan terlarut yang sedikit, seperti air permukaan serta air tanah, yang memiliki maksud untuk *softening* serta penyisihan produk samping disinfektan, seperti senyawa organik alami serta sintetis. Membran yang digunakan pada nanofiltrasi biasanya membran komposit dengan tebal *sublayer* 150 μm dan *toplayer* 1 μm . Untuk *driving force*, membran nanofiltrasi dapat diaplikasikan pada tekanan 10 hingga 25 bar dan konsep pemisahan menggunakan *solution diffusion*. Dengan material membran yang biasa digunakan berupa poliamida (Mulder, 1996). Pada pengaplikasian pengolahan makanan, seperti produk susu, sebagai pemekatan serta penghilangan sebagian mineral secara bersamaan, nanofiltrasi sering dimanfaatkan (Baker, 2004).

Teknologi membran yang juga menggunakan gaya dorong tekanan, yaitu *reverse osmosis* yang merupakan cara filtrasi yang dapat menghilangkan banyak varian molekul serta ion besar dari larutan dengan diberikan tekanan pada larutan yang berada di salah satu bagian membran selektif. Membran yang digunakan pada *reverse osmosis* biasanya membran komposit atau asimetris dengan tebal *sublayer* 150 μm dan *toplayer* 1 μm . Untuk *driving force*, membran *reverse osmosis* dapat diaplikasikan pada tekanan untuk air payau 15 hingga 25 bar serta tekanan pada air laut 40 hingga 80 bar serta konsep pemisahan memanfaatkan *solution diffusion*. Dengan material membran yang sering dimanfaatkan berupa selulos triasetat, poliamida aromatic, poliamida dan polieturea (polimerisasi interfasa) (Mulder, 1996). Tekanan eksternal digunakan pada larutan untuk menolak tekanan osmosisnya. Dan hasilnya merupakan perpindahan air dari larutan hipertonik ke larutan hipotonik. *Reverse osmosis* dapat diaplikasikan pada pengolahan air, pemekatan, fraksionasi, dan recovery produk dari bahan kimia (Baker, 2004). Dalam pengaplikasian teknologi membran dapat dilakukan dengan berbeda jenis aliran.

Aliran pemisahan dengan membran dipisahkan menjadi 2 yaitu *dead-end* dan *crossflow*. Pada filtrasi *dead-end*, seluruh bahan yang tertahan oleh membran disebut sebagai *cake* dan untuk bahan yang lolos oleh membran disebut sebagai permeat. Pada filtrasi *crossflow*, bahan dipompa melewati membran, paralel dengan permukaan. Hanya sedikit fraksi cair yang dapat melewati membran. Dengan mengatur kecepatan bahan melewati membran, bahan yang dapat ditahan oleh membran tersapu dengan permukaan. Karena ada sedikit akumulasi bahan yang tertahan di atas permukaan membran, membran memiliki lebih sedikit kecenderungan untuk menjadi '*blind*' (Saleh dan Gupta, 2016).



Gambar 2. 4 Skema aliran (a) *dead-end* (b) *crossflow* (Saleh dan Gupta, 2016)

Kinerja atau performa membran dipengaruhi beberapa faktor yakni, ukuran pori membran, struktur pori membran, *trans-membrane pressure* (TMP), kecepatan laju alir

masukkan, dan jenis aliran baik berupa aliran *dead-end* maupun aliran *cross-flow*. (Japonika, 2015).

2.4.1 Membran Polimer

Polimer merupakan bahan membran yang sering digunakan, sebab proses pembuatannya mudah dengan sifat membran yang bisa disesuaikan dengan kinerja yang diinginkan. Namun kelemahan dari membran berbahan dasar polimer adalah kerentanan membran terhadap bahan kimia dan temperatur tinggi (Wenten dkk, 2014).

Secara umum, membran dapat dibuat dari material polimer organik dan senyawa anorganik. Namun, material yang sering dimanfaatkan dalam pembuatan membran merupakan material polimer organik sebab proses pembuatannya yang cukup mudah (Pinem dan Angela, 2011). Hanya terdapat sekitar 20 polimer yang telah digunakan sebagai membran dalam industri, diantaranya yaitu selulosa dan turunannya, polivinylidenefluoride (PVDF), polisulfon (PSf), polipropilen (PP), polietilen (PE), poliakrilonitril (PAN), poliamida (PA) and polimida (PI) (Yang dkk., 2012).

2.4.2 Membran Hidrofobik dan Membran Hidrofilik

Pada umumnya, karakteristik permukaan membran dikategorikan menjadi dua, antara lain hidrofilik serta hidrofobik. Pada membran hidrofilik, air akan membasahi membran dengan spontan. Sementara untuk membran hidrofobik, tidak terjadi pembasahan membran oleh air. (Wenten, dkk., 2014).

Hidrofilik, yaitu material yang dapat berinteraksi tarik-menarik dengan air (Fitradi, 2015). Membran hidrofilik dapat dipertimbangkan, karena memiliki sifat *healing* sendiri asalkan telah terhidrasi sepenuhnya dan tidak mengalami dehidrasi secara berlebihan saat digunakan (Ciria, 1995). Aplikasi membran hidrofobik yaitu biasanya untuk memisahkan kandugan dari campuran *feed* dari kandungan lain. Dan pemisahan bisa terwujud, seperti pada pemisahan minyak-air, protein-lemak, dan lain lain (Wenten, dkk., 2014).

Pada proses pemisahan membran didapatkan dua pengukuran utama, yaitu permeabilitas dan permselektivitas. Permeabilitas merupakan kecepatan permeasi atau kecepatan menembus membran. Dimana permeabilitas biasanya dinyatakan sebagai koefisien permeabilitas atau fluks yang menampilkan kemudahan molekul

feed untuk lolos dari membran. Dengan tingginya nilai koefisien permeabilitas, mengartikan semakin mudah *feed* untuk lolos dari membran. Koefisien permeabilitas atau fluks dapat dinyatakan sebagai persamaan berikut : (Blaustein, dkk., 2012).

$$P = \frac{V}{A \times t} \quad (2.1)$$

Dimana,

P = koefisien permeabilitas atau fluks (L/m².jam)

V = volume permeat (L)

A = luas permukaan membran (m²)

t = waktu (jam)

Permselektivitas membran ialah kemampuan membran menahan suatu spesi atau melewatkan suatu spesi tertentu. Permselektivitas membran umumnya disimbolkan sebagai *rejection* (R) dari zat atau bahan tertentu. Dalam kebanyakan proses membran, dimana umpan yang sering digunakan adalah larutan encer (*aqueous*), sebagian atau seluruh zat terlarut dikeluarkan ketika molekul pelarut melewati membran. Permselektivitas dapat dinyatakan sebagai persamaan berikut : (Cui & Muralidhara, 2010).

$$R = 1 - \frac{C_p}{C_f} \quad (2.2)$$

Dimana,

R = koefisien rejeksi (%)

C_p = konsentrasi zat terlarut dalam permeat

C_f = konsentrasi zat terlarut dalam umpan atau retentat

2.4.3 Membran Polipropilen (PP)

Membran dapat dibuat dari berbagai polimer, salah satunya adalah membran polipropilen (PP). Membran polipropilen terbuat dari larutan polipropilen dalam *N,N-bis(2-hydroxyethyl)tallowamine*. (Baker, 2004). Polipropilen merupakan varian polimer yang akan berubah fasa menjadi liquid jika dilakukan pemanasan dan akan menjadi solid jika dilakukan pendinginan. Karakter tersebut menjadikan polipropilen sebagai polimer yang berjenis termoplastik. PP sendiri memiliki sifat hidrofobik, ketahanan panas yang baik, serta ketahanan kimia yang tinggi karena tidak terlarut di dalam pelarut yang umumnya digunakan (pelarut polar).

Membran polipropilen umumnya digunakan ketika tegangan permukaan cairan atau *liquid* tidak terlalu rendah. Membran PP mikropori telah dikomersialisasikan dan telah luas digunakan dalam proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi (Yan dkk., 2012). Membran polipropilen bersifat hidrofobik dengan nilai energi permukaan sebesar 30000 N/m dan sudut kontak air sebesar 95° (Ahmad dkk., 2014). Selain itu, membran polipropilen memiliki ketahanan tekan hingga kurang lebih 2-3 atm (Lin, dkk., 2007). Pada penelitian ini menggunakan membran PP dalam proses pemurnian VCO *crude* dengan ukuran pori 0,22 µm dikarenakan sebagian besar kandungan VCO adalah asam laurat yang merupakan *Medium Chain Fatty Acid* (MCFA) yang merupakan asam lemak yang ekor alifatiknya mempunyai jumlah karbon 6 hingga 12 (Tamzil, dkk., 2017). Kandungan ini memiliki rata-rata ukuran molekul sebesar 0,0015 µm (Matsuura dan Ismail, 2016). Ukuran molekul tersebut lebih kecil daripada ukuran pori membran PP yang digunakan yaitu berukuran 0,22 µm sehingga molekul-molekul kandungan VCO dapat dengan mudah lolos melewati membran. Secara sifat kimiawi VCO memiliki sifat yang polar sama dengan membran PP, hal ini akan mempermudah molekul-molekul VCO untuk lolos membran.

Kelebihan dari membran polipropilen adalah kepadatannya atau besar luas permukaan membran per satuan volume, dan juga biaya pembuatannya yang relatif murah. Membran polipropilen sedang dikembangkan untuk dapat diaplikasikan ketika tegangan permukaan cairan rendah, bahan kimia yang bersifat keras seperti O₃, NH₃, dan HCl. (Butterfield & Bhattacharyya, 2003).

2.4.4 Nilon

Nilon merupakan polimer sintetis (buatan). Nilon dibuat dari rangkaian bagian yang disatukan dengan ikatan peptida atau ikatan amida yang sering dikatakan sebagai poliamida. Nilon adalah bahan sintetis pertama yang semuanya terdiri dari material anorganik. Unsur-unsur tersebut ialah monomer yang mempunyai berat molekular yang ringan, kemudian direaksikan lagi agar menghasilkan rantai polimer yang panjang. Nilon ialah poliamida sintesis yang mana poliamida adalah polimer yang terdapat monomer amida yang bergabung dengan ikatan peptida. Pada dasarnya, poliamida dihasilkan dengan natural ataupun dengan sintetis. *Filter cloth nylon* merupakan salah satu membran yang memiliki sifat hidrofilik dan mudah

didapat. Membran ini telah banyak tersedia secara komersil. Membran yang terbentuk dari polimer sintetik ini bersifat hidrofilik, murah, cenderung tidak bermasalah terhadap penyerapan maupun penyumbatan dan memiliki fluks tinggi (Saleh, A., 2017).

Nylon adalah polimer yang mempunyai kekuatan yang lumayan bagus apabila dilakukan perbandingan dengan polimer yang lain selain itu tingkat elastisitas nylon tinggi yang mana tidak mudah rusak, resistan terhadap minyak serta lemak. Apabila ditarik serta dicuci, nylon sulit mengalami peregangan. Namun juga terdapat kelemahan yang terdapat pada nylon, yaitu nylon dapat terdegradasi jika terkena sinar ultraviolet (Saleh, A., 2017). Pada penelitian ini menggunakan *filter cloth nylon* dengan ukuran pori 10 μm dalam proses pemisahan santan dari VCO. Kandungan air didalam santan yang masih besar, harapannya VCO dan air akan lolos dari *filter cloth nylon* dikarenakan diameter molekul air yang lebih kecil daripada ukuran pori *filter cloth nylon* yaitu sekitar 0,28 nm sehingga air dapat lolos dari membran dan membawa VCO yang masih terikut didalamnya (Ehlers & Goss, 2016). Serta sifat *filter cloth nylon* yang hidrofilik maka memiliki penyerapan air yang tinggi. Dan dikarenakan sebagian besar kandungan VCO adalah asam laurat yang merupakan Medium Chain Fatty Acid (MCFA) yang merupakan asam lemak yang ekor alifatiknya memiliki jumlah karbon 6 hingga 12 (Tamzil, dkk., 2017). Kandungan ini memiliki rata-rata ukuran molekul sebesar 0,0015 μm (Matsuura dan Ismail, 2016). Ukuran molekul tersebut lebih kecil daripada ukuran pori *filter cloth nylon* yang digunakan yaitu berukuran 10 μm sehingga molekul-molekul kandungan VCO dapat dengan mudah lolos melewati *filter cloth nylon* yang terikut dengan air. Keuntungan *filter cloth nylon* sebagai material membran adalah hidrofilik, sehingga mempunyai ketahanan yang baik terhadap terjadinya fouling terutama terhadap protein dan lemak (Scott dan Hughes, 1996).

Penggunaan polimer sebagai matriks utama penyusun membran sudah berkembang seiring bahan baku pembuatan polimer yang mudah ditemukan dan mudah difabrikasi menjadi membran. Penggunaan polimer nilon masuk ke dalam senyawa poliamida sintesis, ditunjukkan pada sifat fisik, kimia, serta susunannya amat mungkin untuk dimanfaatkan sebagai filter. Selain itu nylon secara hidrofilisitas termasuk ke dalam jenis membran filtrasi yang bersifat hidrofilik dimana membran

yang memiliki persen porositas yang tinggi artinya memiliki kemampuan penyerapan yang tinggi terhadap air. (Saragih, Dita A., 2018).

2.4.5 Faktor yang Mempengaruhi pada Pengaplikasian Teknologi Membran

1. Polaritas Molekul

Salah satu aspek dalam pemilihan bahan dan bahan baku *feed* dalam teknologi membrane adalah penentuan sifat polaritas keduanya. Polaritas biasanya digunakan dalam penentuan metode ekstraksi, yang mana pemilihan pelarut berdasarkan polaritas pelarut yang mana pelarut dengan karakter kepolarannya tinggi dapat menarik kandungan polar, sementara pelarut yang tingkat kepolarannya rendah dapat menarik kandungan nonpolar. Konsep dari “*like dissolves like*” diterapkan dalam proses ekstraksi. Konsep “*like dissolves like*” merupakan ungkapan yang digunakan untuk menjelaskan bagaimana mekanisme beberapa pelarut bekerja. Ini mengacu pada polaritas pelarut dan zat terlarut (Najib, A., 2018).

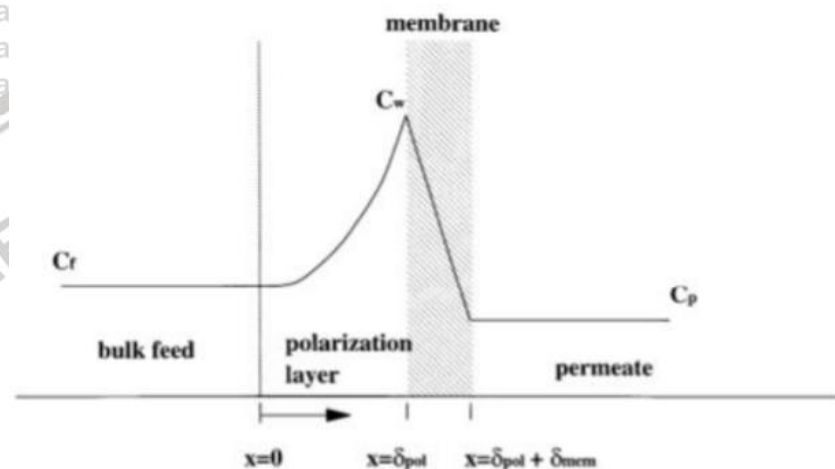
Contoh yang mendasar yaitu air merupakan senyawa polar. Garam (NaCl) adalah ionik (yang dianggap sangat polar). *Like dissolves like*, maka berarti kutub melarutkan polar, sehingga air dapat melarutkan garam. Komponen polar larut pada zat polar, zat nonpolar larut pada zat nonpolar, dan zat nonpolar tidak akan larut dalam zat polar (Najib, A., 2018). Minyak serta air memiliki polaritas yang berbeda, air merupakan senyawa polar serta minyak merupakan nonpolar. Senyawa yang mempunyai polaritas berbeda tidak bisa saling melarutkan. Dalam kasus VCO, terdapat penstabil emulsi berwujud protein kelapa yang mana air serta minyak menjadi emulsi yang stabil, yaitu santan kelapa. Untuk dihasilkan minyak dari santan kelapa, maka dilakukan pengrusakan kestabilan emulsi santan (Susilowati, 2009).

2. Polarisasi Konsentrasi

Polarisasi konsentrasi adalah terbentuknya *gradient* konsentrasi dari komponen tertahan pada permukaan membran, Seperti adanya molekul non-polar yang melewati membran berpori secara cepat, sehingga menyebabkan molekul non-polar yang terakumulasi baik di permukaan membran maupun struktur membran (Kinasih, 2008). Polarisasi konsentrasi terjadi ketika adanya proses mikrofiltrasi dilakukan untuk memisahkan bahan-bahan

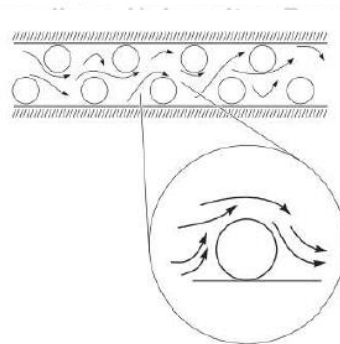
protein, hidrokoloid, dan molekul besar lainnya. Molekul-molekul tersebut akan terejeksi dan menumpuk, sehingga menutupi permukaan membran atau membentuk lapisan gel atau *cake* (Derradji, dkk., 2005)

Polarisasi konsentrasi merupakan suatu peristiwa yang menjelaskan bagaimana akumulasi yang menahan membrane hasil lapisan *fouling* pada permukaan membrane yang konsentrasinya cukup tinggi. Hal ini disebabkan ditahan oleh larutan sebab konsentrasi di sekitar membrane meningkat yang menjadikan sebuah gradien konsentrasi ditunjukkan pada gambar (2.7).



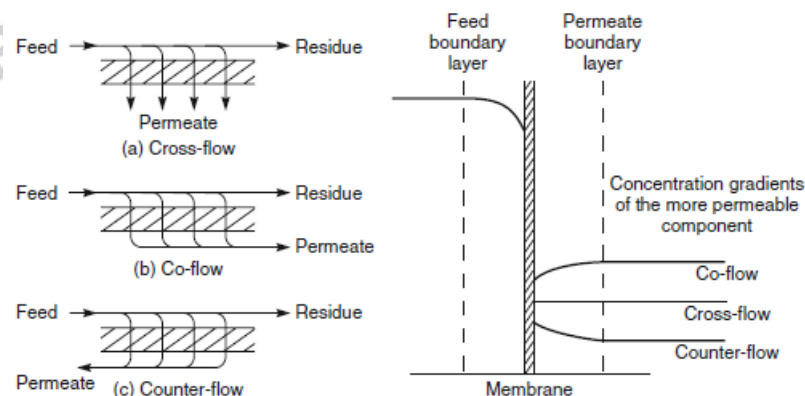
Gambar 2. 5 Polarisasi konsentrasi pada membrane

Salah satu upaya untuk mengurangi pembentukan polarisasi konsentrasi adalah dengan mengatur hidrodinamika di dalam modul membran. Penggunaan *spacer* berbentuk jejaring dapar digunakan untuk menghasilkan aliran turbulen sehingga polarisasi konsentrasi dapat dikurangi seperti pada gambar 2.8. Aliran di sekitar *spacer* berbentuk jejaring untuk membentuk aliran turbulen di dalam modul membrane dan mengurangi polarisasi konsentrasi. (Baker, 2012)



Gambar 2. 6 Penggunaan spacer pada modul membrane

Pola aliran juga dapat memengaruhi polarisasi konsentrasi. Pola aliran *co-flow*, *cross-flow*, dan *counter-flow* menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap perubahan gradien konsentrasi seperti ditunjukkan pada gambar 2.9 (Baker, 2012)

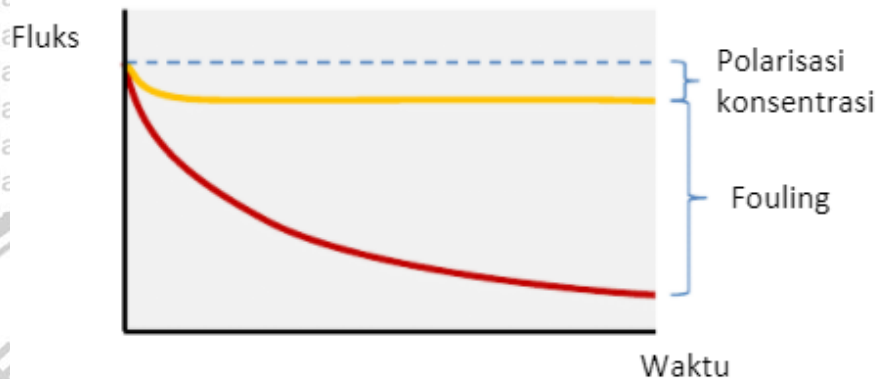


Gambar 2. 7 Pola aliran co-flow, cross-flow, dan counter-flow

3. *Fouling*

Pada proses dengan menggunakan membran dalam pengolahan minyak-air, secara umum membran mengalami fenomena *fouling*. *Fouling* merupakan pengendapan ireversibel partikel, koloid, makromolekul, garam, atau molekul lainnya yang tertahan di permukaan membran atau di dalam pori membran, akan berdampak pada penurunan fluks secara terus menerus (Nainggolan, 2015). Faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya *fouling* pada membran, yaitu sifat hidrofobisitas, ukuran pori, laju alir air, turbulensi air pada membran, suhu, dan konsentrasi senyawa lain pada air (Nainggolan, 2015). Adanya pengendapan partikel dan makromolekul dari santan yang tertahan pada permukaan maupun dinding pori membran menimbulkan penurunan fluks secara terus menerus dan bersifat

irreversible (Wenten dkk, 2013). *Fouling* dapat diartikan sebagai pengendapan partikel, koloid, makromolekul, garam, dan lain sebagainya, yang tertahan pada permukaan membrane atau di dalam dinding pori membrane, yang menyebabkan penurunan fluks secara terus menerus. *Fouling* sangat spesifik untuk aplikasi tertentu dan hamper tidak mungkin untuk menggambarkan teori umumnya.



Gambar 2. 8 Fluks sebagai fungsi waktu. Polarisasi konsentrasi dan fouling dapat dibedakan (Mulder, 1995)

Terdapat beberapa jenis bahan atau senyawa yang dapat menjadi *foulant*, sehingga untuk menghilangkannya, dilakukan dengan cara yang berbeda-beda pula, antara lain (Wenten dkk., 2013):

- Protein

pH tinggi lebih disukai untuk *foulants* protein, tidak hanya karena protein sedikit lebih larut daripada pH rendah, tetapi juga karena mungkin peptisasi (hidrolisis) dari protein, yang mempercepat pembersihan.

- Lemak, minyak, dan pelumas

Endapan lemak memiliki afinitas yang lebih besar untuk polimer sintetis hidrofobik dari polimer hidrofilik atau bahan anorganik tetapi dapat dihilangkan secara mudah dari kaca, diikuti oleh *stainless steel*, akrilik, polietilen, polivinil klorida, dan polisulfon.

- Karbohidrat

Gula yang memiliki berat molekul rendah dapat larut dalam air dan dengan demikian tidak perlu pembersih khusus. Pati, polisakarida, serat, dan bahan pektin mungkin perlu beberapa perlakuan khusus.

- Garam-garam

Asam dan bahan kimia seperti EDTA dapat digunakan untuk melarutkan garam *foulants*.

2.5 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu terkait pengambilan protein dalam VCO dengan tata cara membran ultrafiltrasi dilakukan pemisahan memakai membran hidrofobik selulosa asetat untuk menyeparasi protein dari VCO. Dimana pada penelitiannya menggunakan alterasi tekanan 1. 4, 1. 45, 1. 5, 1. 55, 1. 66 atm serta dimensi pori membran 0. 01 μ m menunjukkan bahwa hasil terbaik berada pada tekanan 1. 4 atm yang memperoleh kandungan protein 0.128% serta fluks sebesar 1.787 ml/ cm². menit (Ilmi, dkk., 2011). Kemudian, pada penelitian lainnya dalam pembuatan VCO dengan metode sentrifugasi dan pendiaman, hasil yang paling optimal didapatkan dalam kurun waktu 16 jam dengan rendemen VCO sebanyak 52,23% dan kadar air 14,17% (Hapsari dan Welasih, 2013).

Selain itu, pada penelitian tentang pemisahan FFA dengan membran hidrofobik *polyamide*, *polytetrafluoroethylene*, dan *polyethersulfone*. Dengan alterasi tekanan 0. 5 bar, 1 bar, 2 bar, 3 bar, 5 bar, serta dimensi pori membran 0. 45 μ m menunjukkan bahwa membran hidrofobik PTFE menampilkan hasil yang terbaik dengan persen *oil loss* yang sedikit ialah 15. 12% dibandingkan PA dan PES. Dan juga dalam segi fluks membran PA menampilkan hasil terbaik dengan hasil 4. 4 L/ m²/ h pada tekanan 3. 5 bar (Charanyaa, dkk., 2016).

Selanjutnya, juga terdapat penelitian terdahulu terkait pemurnian VCO (Virgin Coconut Oil) dengan menggunakan membran PP (Polipropilen) memakai tata cara filtrasi membran polimer hidrofobik dengan alterasi tekanan 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2 bar serta fluks permeat yang diamati tiap jam. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tekanan optimal proses pemurnian bertekanan adalah 1,8 bar dan fluks yang dihasilkan sebesar 17,4819 l/m².jam, kadar air sebesar 0,19% serta kadar FFA sebesar 0,179% yang masih memenuhi standart SNI 7381:2008 (Bramantya dan Losendra., 2020).



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Proses penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2021 – Mei 2021. Proses pemisahan VCO, pengujian selektivitas, dan pengujian fluks dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

3.2 Variabel yang Diuji

Penelitian ini menggunakan variabel sebagai berikut:

- Lapisan *filter cloth nylon* pada proses pemisahan: 1 lapis, 2 lapis, 3 lapis, 4 lapis, 5 lapis

3.3 Bahan dan Alat

3.3.1 Bahan

Dalam penelitian ini digunakan beberapa bahan, antara lain:

1. Membran polipropilen dari Hawach Scientific Co., Ltd, 0,22 μm
2. *Filter cloth nylon* dari Beijing PFM Screen Co. Ltd, 10 μm
3. Kelapa berumur 10-12 bulan
4. Akuades
5. Nitrogen
6. NaOH
7. Indikator PP

3.3.2 Alat

Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat, antara lain:

1. Alat utama: modul membran

Sistem operasi: *deadend*

Spesifikasi:

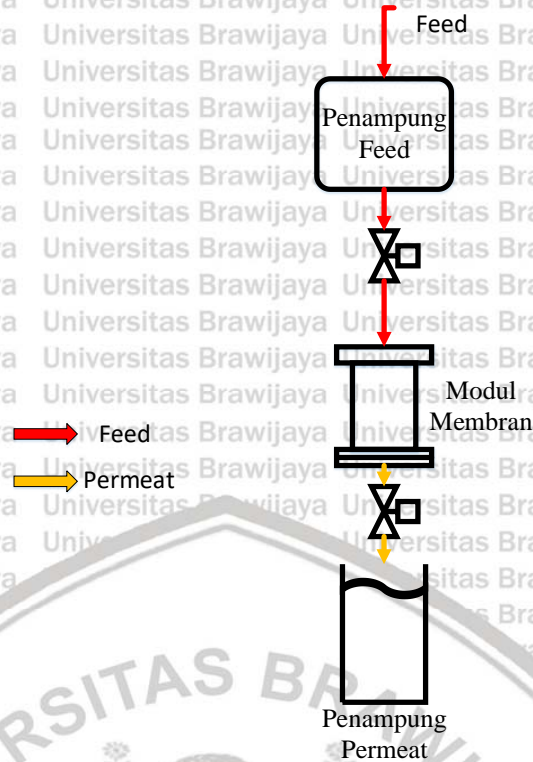
- a. Bahan: *stainless steel*

- b. Luas permukaan: 112 cm^2

2. Alat gelas: gelas ukur, labu ukur, *beaker glass*, pipet volume, pipet ukur, erlenmeyer, corong kaca, cawan porselen.
3. Alat non gelas: pemeras santan, blender

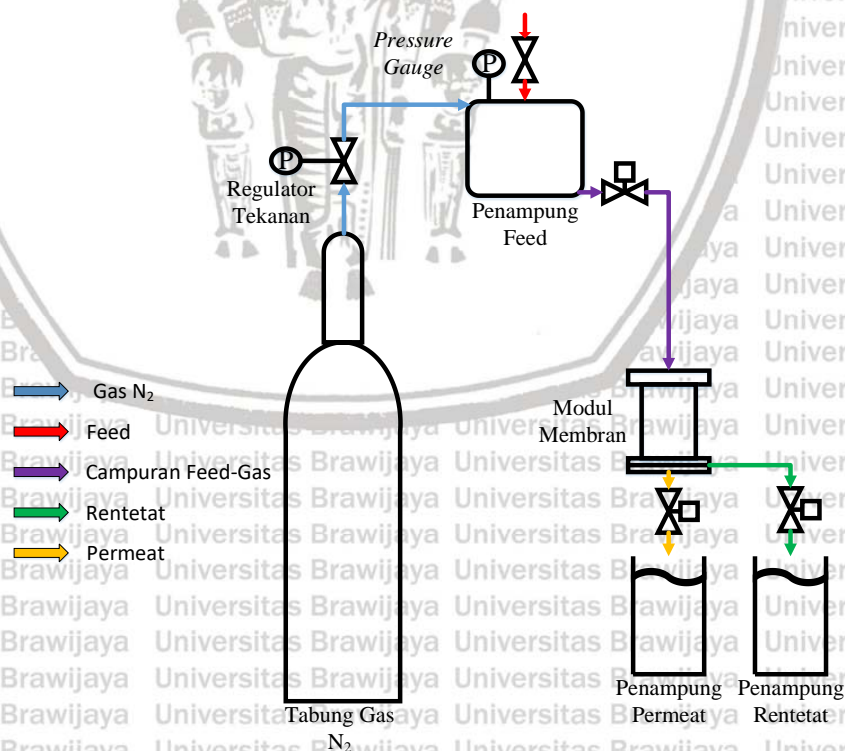
4. Rangkaian peralatan

- a. Skema Proses Pemisahan



Gambar 3. 1 Skema Peralatan Pemisahan

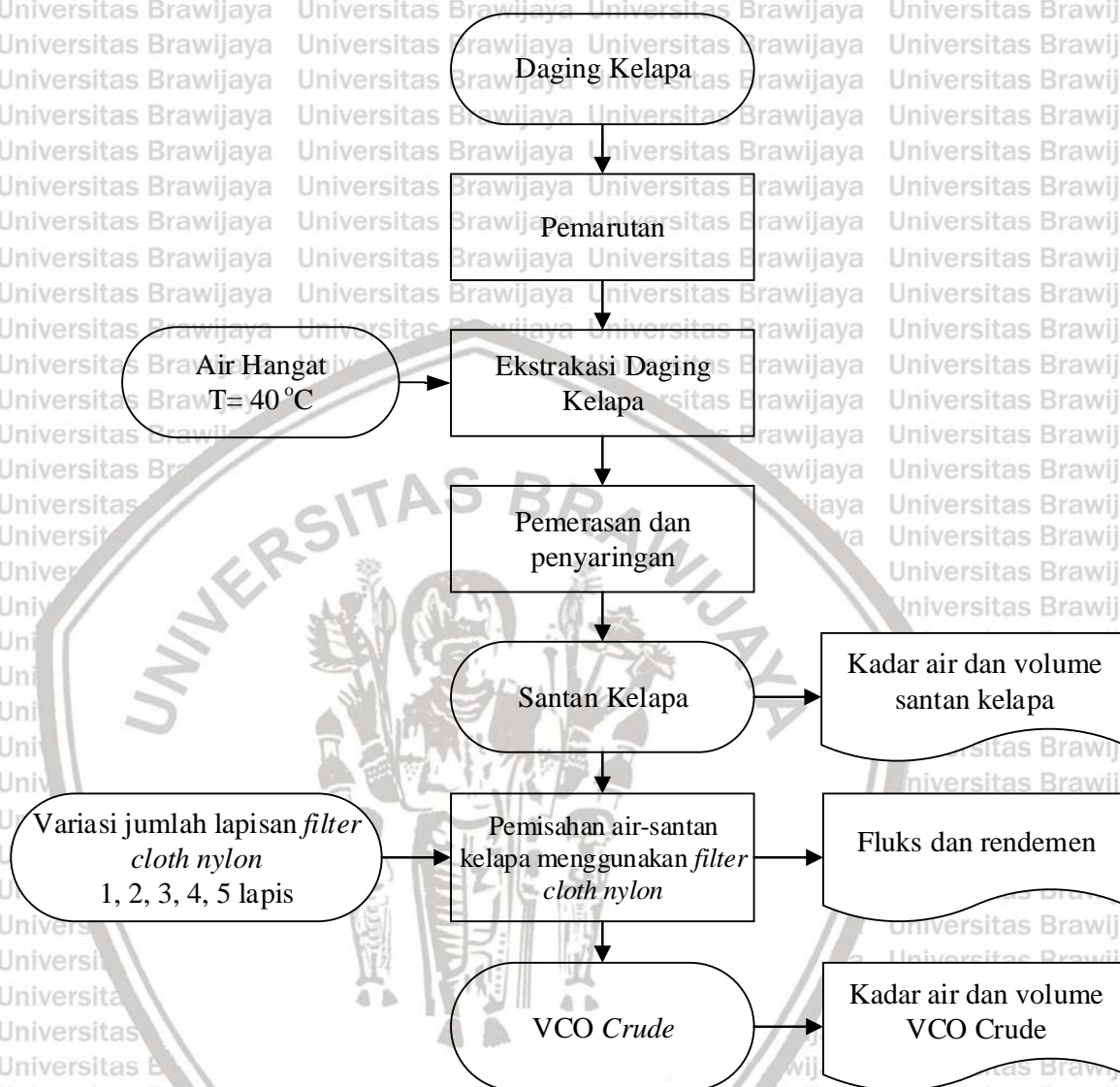
b. Skema Proses Pemurnian



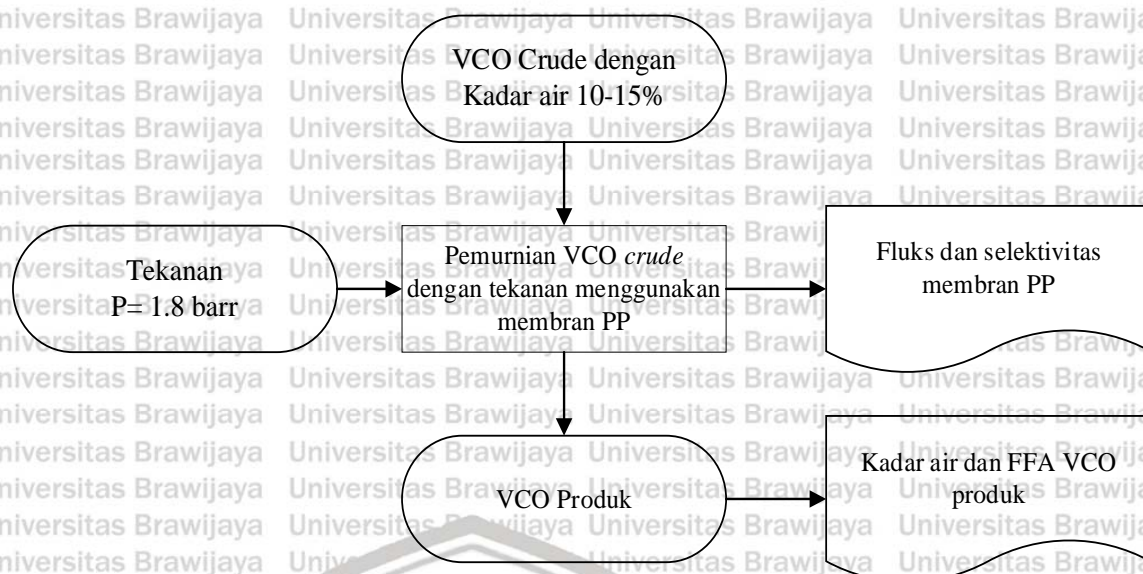
Gambar 3. 2 Skema Peralatan Pemurnian

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Skema Penelitian



(a)



Gambar 3. 3 Skema Penelitian (a) Proses Pemisahan dan (b) Proses Pemurnian

3.4.2 Persiapan *Filter Cloth Nylon*

3.4.1.1 Pemotongan *Filter Cloth Nylon*

Filter cloth nylon yang akan digunakan untuk penelitian dipotong mengikuti modul membran yang tersedia. *Filter cloth nylon* dipotong dengan sesuai ukuran membran, yaitu panjang 14 cm dan lebar 8 cm. Dan disusun sesuai variabel yang diinginkan, yakni 1 lapis, 2 lapis, 3 lapis, 4 lapis, dan 5 lapis *filter cloth nylon*

3.4.1.2 Pembasahan *Filter Cloth Nylon*

Filter cloth nylon dibasuh dengan air dengan tujuan untuk menghilangkan pengotor serta impuritas yang menutupi pori-pori *filter cloth nylon*. Pembasahan *filter cloth nylon* diharapkan bisa meminimalisir terjadinya polarisasi dan *fouling* pada membran serta permukannya.

3.4.2 Persiapan Santan Kelapa

Pada proses pemisahan untuk variabel 1 hingga 5 lapis, menggunakan daging buah kelapa yang telah matang berumur 10 sampai 12 bulan dilakukan pamarutan sebanyak 4 kg daging buah kelapa yang kemudian diberi air hangat sebanyak 2 liter dengan suhu 40°C dengan perbandingan 2:1 (Tamzil dkk., 2017). Namun, pada proses siklus kedua menggunakan jumlah daging buah kelapa sebanyak 12 kg dengan penambahan air hangat 6 liter yang mana tetap dilakukan perbandingan yang sama. Dan untuk siklus ketiga menggunakan jumlah daging buah kelapa sebanyak 24 kg

dengan penambahan air 12 liter dengan perbandingan yang sama yakni 2:1. Penggunaan jumlah kelapa yang banyak pada siklus kedua dan ketiga ini dikarenakan pada proses ini diperlukan jumlah umpan yang banyak karena terdapat pengulangan dan juga harapannya jumlah permeat yang dihasilkan lebih banyak agar dapat memenuhi feed pada proses pemurnian. Setelah buah kelapa yang sudah diparut ditambahkan air hangat, kemudian diperas dan disaring menggunakan alat pemeras santan sehingga menghasilkan santan kelapa. Santan kelapa ditampung dalam penampung *feed*. Setelah itu, untuk menghindari terjadinya pemisahan saat penampungan, santan kelapa yang ditampung langsung dilakukan proses pemisahan air-santan. Selain itu, dilakukan pula uji kadar air untuk mengetahui nilai kadar air mula-mula dengan menggunakan metode oven khusus untuk menguji kadar air pada bahan makanan berdasarkan buku *Food Analysis* oleh Nielsen (2010).

3.4.3 Pemisahan air-santan

Santan kelapa yang sudah dipersiapkan dimasukkan ke dalam penampung *feed* yang selanjutnya santan kelapa dialirkan ke modul membran yang terdapat *filter cloth nylon* untuk memisahkan santan dan air. Dilakukannya hal ini karena *filter cloth nylon* yang digunakan bersifat hidrofilik sehingga harapannya perlakuan ini dapat memisahkan air dengan santan dan juga menyaring padatan santan kelapa yang masih terikut, yang mana VCO akan terikut ke dalam air yang diloloskan sehingga hasil dari perlakuan ini terbentuknya VCO *crude*. Proses pemisahan dilakukan dengan variabel banyaknya lapisan *filter cloth nylon* dengan lama waktu yang ditentukan, bertujuan untuk mengetahui performa dari lapisan *filter cloth nylon* tersebut dalam proses pemisahan dengan mengetahui nilai fluksnya.

Pengujian performa dari *filter cloth nylon* dilakukan perhitungan fluks untuk tiap variabel yang digunakan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan modul membran dan *filter cloth nylon* sebagai bahan separatornya. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui performa *filter cloth nylon* dalam proses pemisahan VCO dengan melakukan perhitungan fluks. Proses pemisahan VCO dengan *filter cloth nylon* dilakukan dengan kondisi atmosferik (1 atm). Pengujian performa membran diuji dengan mengukur fluks VCO *crude* sehingga diketahui volume permeat per waktu. Volume permeat diamati dan dicatat sampai didapatkan data untuk dapat menghitung sampel yakni sebesar 100 ml per waktu yang didapatkan sebanyak lima titik uji. Perhitungan fluks dimulai saat permeat dalam keadaan konstan. Dan penghentian uji fluks serta rendemen dilakukan ketika data fluks yang

digunakan untuk menghitung sampel tidak sampai mencapai 100 ml selama pengoperasian 1 jam. Perhitungan fluks memakai persamaan 3.1 (Geankoplis, 2003).

$$J = \frac{V}{A \times t} \quad (3.1)$$

Keterangan:

J = fluks membran (L/cm²s)

V = volume permeat (L)

A = luas permukaan membran (cm²)

t = waktu (s)

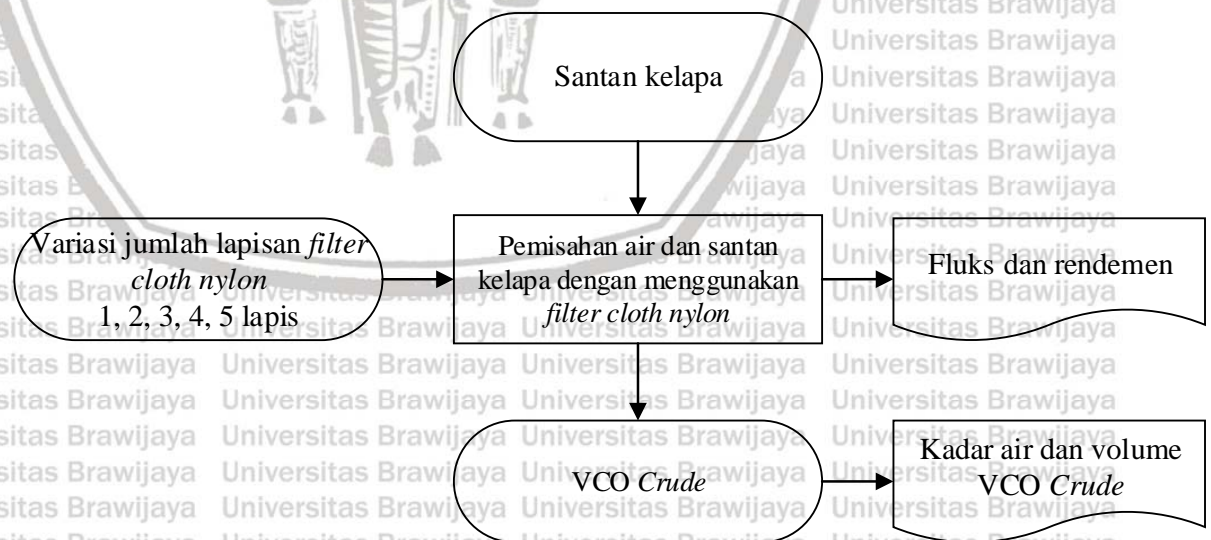
Rendemen dari setiap variable uji dipisahkan untuk setiap variable uji kemudian diakumulasikan dan ditimbang sehingga dapat dihitung massa total rendemen yang tertahan untuk mengetahui efektivitas dari pemisahan dengan menggunakan *filter cloth nylon*. Perhitungan rendemen dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.2 (Geankoplis, 2003).

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan:

Massa Filtrat Total= Massa filtrat total (Kg)

Massa Feed Total= Massa feed total (Kg)



Gambar 3. 4 Proses Pemisahan VCO dari santan dengan filter cloth nylon pada modul membran

3.4.4 Pengujian Hasil Pemisahan

Hasil dari proses pemisahan didapatkan *crude* yang di uji kadar air-nya untuk setiap variabel menggunakan metode oven berdasarkan AOAC *International Method* 926.08, dengan cara memanaskan 3 gram sampel menggunakan oven pada temperatur 105°C selama satu jam. Proses pemanasan dilakukan berulang sebanyak tiga kali untuk mendapatkan hasil kadar air yang konstan (AOAC, 2007). Setelah itu dilakukan analisis VCO *crude* untuk setiap variabelnya. VCO *crude* yang dianalisis dan telah memenuhi standar untuk dilakukan pemurnian dengan kriteria fluks yang besar dengan waktu singkat, rendemen yang banyak, dan kadar air yang diinginkan 10-15%.

3.4.5 Persiapan Sampel Pemurnian

Setelah dilakukan analisis dan diketahui kondisi optimum serta kadar air yang diinginkan pada proses pemisahan, selanjutnya dilakukan persiapan sampel pemurnian. Hasil kadar air yang telah dianalisis akan diuji lebih lanjut secara statistik dengan uji Beda Nyata terkecil untuk mendapatkan perubahan kadar air secara signifikan. Pengujian ini menggunakan aplikasi Microsoft Excel dengan memasukkan data hasil kadar air. Analisis ini didasari dengan persamaan (3.3)

$$BN_{\alpha} = t_{\alpha, dfe} \cdot \sqrt{2(MSe)/r} \quad (3.3)$$

Setelah diketahui beda nyata terkecil terhadap perubahan kadar air yang optimal, dilakukan proses pemisahan sesuai dengan hasil tersebut yang kemudian hasilnya akan dijadikan sebagai *feed* untuk dilakukan pemurnian. Tetapi apabila perubahan kadar air yang tidak terlalu signifikan untuk variabel uji yang optimal, VCO *crude* yang telah dianalisis dan telah memenuhi standar bisa dijadikan satu untuk selanjutnya dilakukan pemurnian dengan menggunakan membran PP. Umpan variabel tersebut terlebih dahulu dilakukan penurunan kadar air hingga 10-15%. Penurunan kadar air dilakukan dengan melewati umpan ke membran *filter cloth nylon* secara berulang hingga mencapai kadar air yang diinginkan.

3.4.6 Persiapan Membran Polipropilen

3.4.6.1 Pemotongan Membran Polipropilen

Membran polipropilen yang akan digunakan untuk penelitian dipotong mengikuti modul membran yang tersedia. Membran dipotong dengan sesuai ukuran membran, yaitu panjang 14 cm dan lebar 8 cm agar.

3.4.6.2 Pembasahan Membran Polipropilen

Membran Polipropilen dibasuh dengan air dan VCO dengan tujuan untuk menghilangkan pengotor serta impuritas yang menutupi pori-pori membran. Pembasahan membran diharapkan bisa meminimalisir terjadinya polarisasi dan *fouling* pada membran serta permukannya.

3.4.7 Pemurnian VCO *crude* dengan Membran Polipropilen

Proses pemurnian dengan menggunakan membran PP dilakukan untuk memisahkan VCO dari air yang mana *feed* merupakan hasil VCO *crude* dari proses pemisahan oleh variabel yang paling optimal. Hasil dari proses pemisahan tersebut masih memiliki kadar air 10-15% sehingga perlu dilakukan proses pemurnian dengan menggunakan membran PP untuk menghasilkan VCO dengan kadar air maksimal 0,2% sesuai standar SNI dan maka dari itu perlu dilakukan pengujian fluks serta selektivitas membran PP.

3.4.7.1 Pengujian Fluks

Performa dari membran PP dapat diuji dengan menghitung fluks dari VCO *crude* hasil dari proses pemisahan yang optimal. VCO *Crude* yang digunakan merupakan VCO *Crude* yang sudah dianalisis dengan uji BNT menggunakan persamaan 3.3 dan sudah memenuhi standar untuk proses pemurnian. Permeat yang berupa VCO hasil pemurnian menggunakan membran PP diamati volume-nya dan dicatat setiap 150 mL sebanyak lima titik. Perhitungan fluks menggunakan persamaan 3.1 (Geankoplis, 2003).

$$J = \frac{V}{A \times t} \quad (3.1)$$

Keterangan:

J = fluks membran (L/cm²s)

V = volume permeat (L)

A = luas permukaan membran (cm²)

t = waktu (s)

3.4.7.2 Pengujian Selektivitas

Persen rejeksi membran PP pada proses pemurnian perlu dihitung untuk menguji selektivitas pada membran PP. Persen rejeksi dihitung dengan mengetahui konsentrasi VCO dalam permeat dengan cara mengambil sampel permeat sejumlah 5 gram sebanyak tiga sampel disetiap titik fluks, perhitungan dilakukan berdasarkan persamaan 3.2.

$$R = 1 - \frac{C_p}{C_f} \quad (3.4)$$

Keterangan:

R = rejeksi permeat

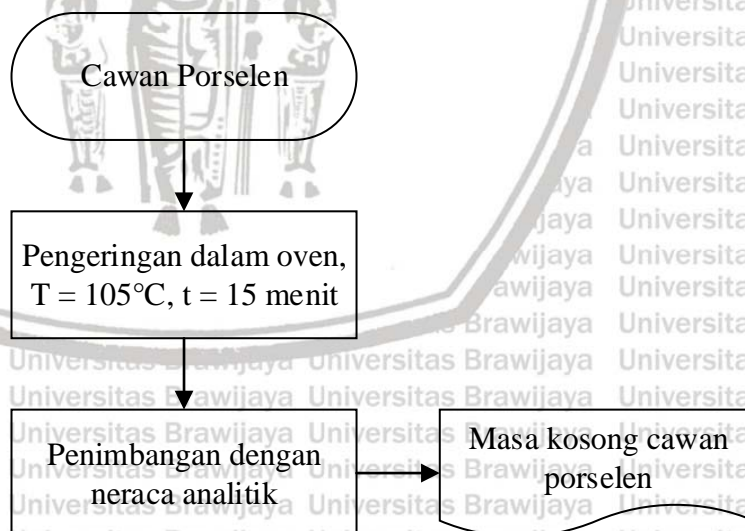
C_p = kadar air pada permeat

C_f = kadar air pada feed

3.4.8 Pengujian Kandungan VCO Produk pada Proses Pemurnian

3.4.8.1 Pengujian Kadar Air Setelah Pemurnian

Pengujian untuk mendapatkan kadar air setelah pemurnian dilakukan sesuai prosedur Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7381:2008. Cawan porselen untuk menimbang dikeringkan dengan oven selama 15 menit pada temperatur 105 °C. Kemudian dilakukan proses penimbangan cawan porselen untuk menimbang berat kosong.

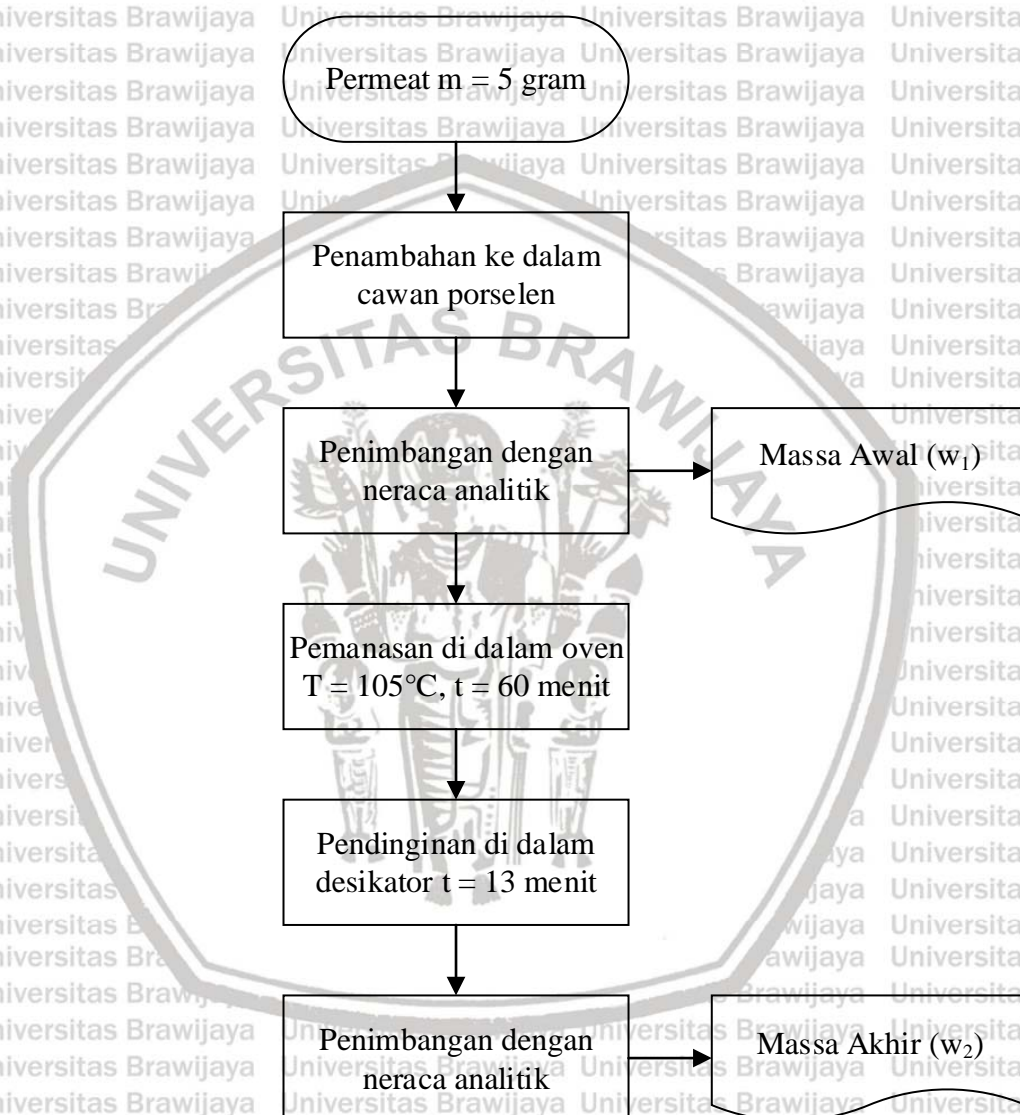


Gambar 3. 5 Proses Persiapan Cawan Porselen untuk Pengujian Kadar Air

Setelah proses preparasi selesai maka dilakukan proses analisis. Kemudian dilakukan penimbangan pada sampel VCO dalam cawan porselen sejumlah 5 gram, selanjutnya dikeringkan pada oven selama 1 jam dengan

temperatur 105 °C. kemudian cawan porselen serta isinya dimasukkan ke desikator selama 13 menit, serta dilakukan penimbangan kembali. Prosedur diulangi hingga kadar air tidak melebihi 0,2% perubahan massa. Kadar air dihitung dengan persamaan 3.5.

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \quad (3.5)$$



Gambar 3. 6 Pengujian Kadar Air

3.4.7.1 Pengujian Kadar *Free Fatty Acid* (FFA)

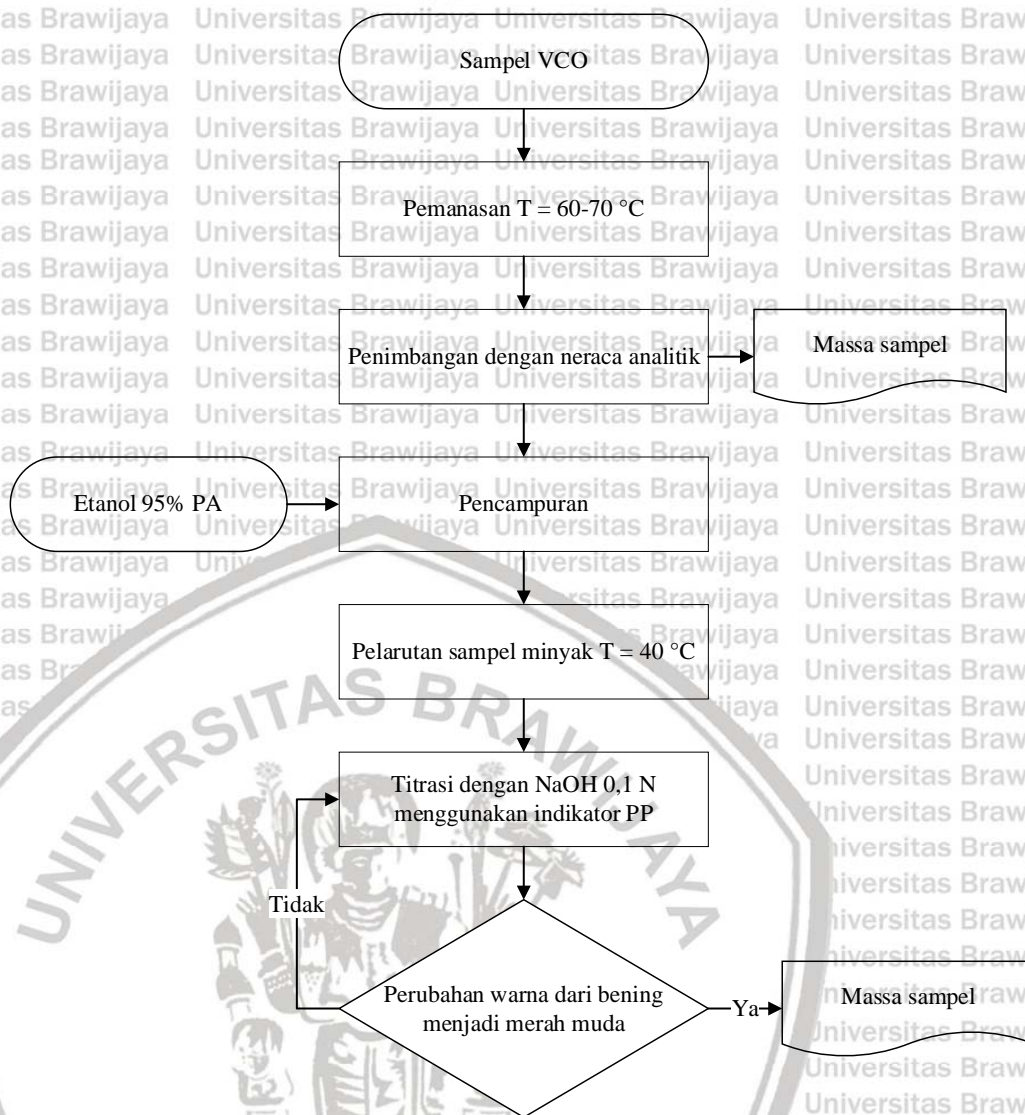
Pengujian kadar FFA dilakukan berdasarkan *American Oil Chemists Society* (AOCS) Official Methods. Analisis kandungan FFA dinyatakan dalam fraksi massa yang mana massa molekul FFA dinyatakan sebagai asam laurat sebesar 200 gram/mol. Prinsip yang digunakan dalam prosedur analisis

ini adalah titrimetrik dengan larutan NaOH 0,05 N sebagai titran. Dan diperlukan pemanasan terlebih dahulu dan penambahan pelarut etanol 95% untuk melarutkan minyak.

Pemanasan dilakukan pada sampel dengan suhu 60 – 70 °C diikuti pengadukan hingga homogen kemudian ditimbang. Lalu 50 ml pelarut etanol 95% ditambahkan ke dalam larutan uji. Pemanasan sampel hingga suhu 40 °C dilakukan untuk melarutkan minyak. Kemudian 1-2 tetes larutan *indicator fenolftalein* ditambahkan dan sampel dititrasi menggunakan NaOH 0,05 N hingga terjadi perubahan warna bening ke merah muda. Lalu kadar FFA diperoleh berdasarkan perhitungan dari persamaan 3.6

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W} \quad (3.6)$$





Gambar 3. 7 Proses Pengujian Kadar FFA



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

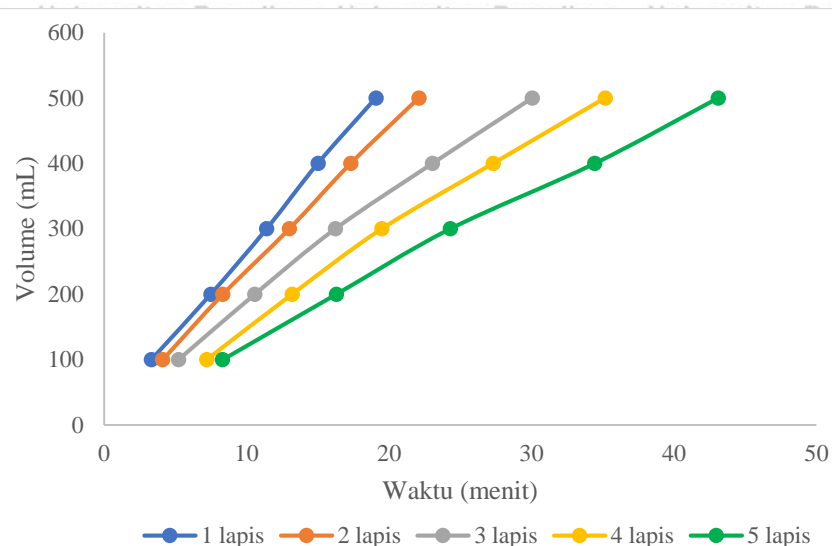
Pemisahan campuran air-santan dilakukan dengan menggunakan membran *filter cloth nylon* yang memiliki sifat hidrofilik yakni kecenderungan untuk mengikat air. Proses pemisahan ini tergolong mikrofiltrasi karena diameter pori membran yang digunakan berada dalam rentang 0,05 hingga 10 μm (Lindu dan Reinfani, 2018). Umpan pemisahan yang digunakan pada penelitian ini berupa campuran air-santan dengan perbandingan 2:1 dengan variabel jumlah lapisan *filter cloth nylon*. Hasil terbaik dari pemisahan tersebut berupa VCO *Crude* yang kemudian dijadikan umpan dalam proses pemurnian dengan menggunakan membran polipropilen (PP) yang bersifat hidrofobik yaitu kecenderungan untuk menolak air (senyawa polar).

Sistem membran yang digunakan dalam penelitian ini adalah *dead end* yang dilakukan pada tekanan 1 atm (atmosferik) dan suhu ruang. Membran *filter cloth nylon* yang digunakan memiliki pori sebesar 10 μm sedangkan membran polipropilen memiliki pori sebesar 0,22 μm . Pada proses ini akan diamati fluks, rendemen dan kadar air untuk mengetahui performa dan pengaruh jumlah lapisan *filter cloth nylon*. Hal yang sama juga diamati untuk mengetahui performa membran polipropilen (PP) dalam proses pemurnian VCO *Crude*.

4.1 Performa *Filter Cloth Nylon* terhadap Pemisahan Campuran Air-Santan

4.2.1. Pengaruh Jumlah Lapisan Membran terhadap Fluks VCO *Crude*

Fluks atau permeabilitas merupakan parameter kuantitatif membran yang dinyatakan dalam jumlah volume permeat yang melewati suatu permukaan luas membran per satuan waktu. Pengujian fluks ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan partikel VCO *Crude* dalam melewati membran. Proses pemisahan campuran air-santan ini dilakukan pada variasi jumlah lapisan membran yakni, 1 lapis, 2 lapis, 3 lapis, 4 lapis dan 5 lapis. Pengujian fluks dilakukan dengan cara menampung permeat hingga volume permeat mencapai 100 mL per satuan waktu pada setiap variabel jumlah lapisan. Umpan air-santan dialirkan ke dalam modul membran dengan luas permukaan 112 cm^2 . Pada **Gambar 4.1** menunjukkan grafik hubungan antara volume permeat (mL) pada tiap satuan waktu.



Gambar 4.1 Grafik Hubungan antara Volume Permeat (mL) dan Waktu



Gambar 4.2 Perbandingan Fluks VCO Crude pada Setiap Variabel

Gambar 4.1 menunjukkan peningkatan volume permeat VCO Crude tiap satuan waktu. Berdasarkan data pada grafik dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah lapisan *filter cloth nylon* maka waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan permeat dalam volume yang sama semakin lama. Hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah lapisan *filter cloth nylon* maka semakin tebal lapisan membran yang harus dilewati permeat, ketebalan membran sendiri akan berbanding lurus dengan jarak yang ditempuh oleh permeat sehingga untuk mendapatkan volume permeat yang sama variabel jumlah 5 lapis membran membutuhkan waktu paling lama dibandingkan variabel lainnya (Andayani dkk, 2017). Kemampuan permeat untuk dapat melewati membran salah satunya dapat dipengaruhi oleh ketebalan membran. Semakin tebal membran maka

kemampuan permeat untuk melewati membran semakin berkurang (Mulder, 1996) *Filter cloth nylon* memiliki ukuran pori sebesar 10 μm , sehingga air yang memiliki ukuran partikel sebesar 0,28 μm yang membawa VCO dengan ukuran partikel sebesar 0,0015 μm dapat lolos sedangkan makromolekul dan padatan lainnya yang terkandung dalam umpan tertahan di permukaan membran. Selain itu *filter cloth nylon* yang bersifat hidrofilik memiliki kecenderungan untuk mengikat air dan memiliki penyerapan air yang tinggi, sehingga dapat membantu air dapat lolos melewati membran. Berdasarkan data penelitian, akan didapatkan nilai fluks membran yang dicari dengan melakukan pembagian terhadap gradien persamaan garis dengan luas permukaan area membran.

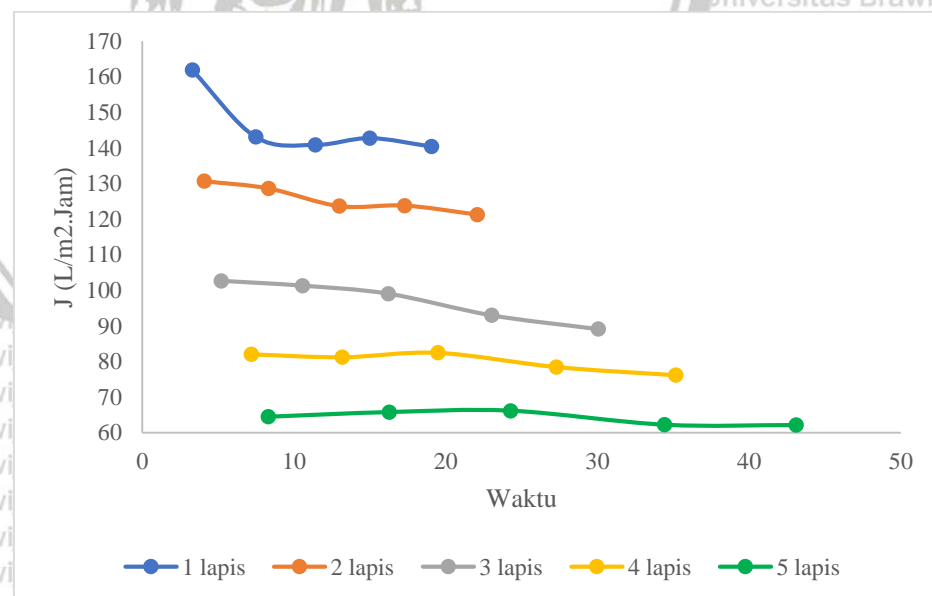
Pada **Gambar 4.2** terlihat bahwa fluks pemisahan campuran air-santan berikisar pada rentang 137,073 hingga 60,027 $\text{L/m}^2\cdot\text{jam}$. Berdasarkan data yang ditunjukkan oleh **Gambar 4.2** bahwa fluks mengalami penurunan seiring bertambahnya jumlah lapisan membran *filter cloth nylon* yang digunakan. Semakin banyak jumlah lapisan *filter cloth nylon* yang digunakan maka semakin tebal membran tersebut. Ketebalan membran adalah salah satu faktor yang berpengaruh signifikan terhadap nilai fluks, hubungan antara ketebalan membran berbanding terbalik dengan nilai fluks. Hal ini dikarenakan resisten semakin meningkat seiring dengan ketebalan membran yang menyebabkan molekul VCO *Crude* sulit melewati celah membran sehingga terjadi penurunan nilai fluks (Alkhudhiri et al, 2012).

Resistensi yang terjadi karena bertambahnya lapisan membrane dapat menyebabkan laju permeasi semakin menurun. Hal ini dikarenakan penambahan jumlah lapisan memiliki dampak yang sama dengan proses membrane jika dilakukan secara seri, yaitu saat permeat melalui lapisan satu per satu, yang mana dapat menyebabkan laju permeasi semakin menurun. Laju permeasi adalah kemampuan permeat untuk dapat melalui pori-pori membran (Probowisnu, 2017). Setiap lapisan membran yang disusun secara seri ini memiliki pengaruh yaitu ketika setiap permeat melewati satu lapisan membran, maka terjadi penurunan konsentrasi permeat yang disebabkan oleh kemampuan pemisahan yang dimiliki setiap lapisan membran.

Selain itu, membran yang semakin tebal dapat mempercepat fenomena pembentukan *cake layer* akibat ukuran pori yang mengecil. Semakin tebal

membran maka semakin rapat dan kecil ukuran pori yang didapatkan, sehingga menyebabkan terjadinya penurunan fluks (Gultom dkk, 2016). Santan kelapa yang digunakan sebagai feed pemisahan, memiliki kandungan berupa protein, lemak, serat dan karbohidrat yang dapat menumpuk di sela-sela pori serta membentuk suatu lapisan diatas permukaan membrane (Challa et al, 2015). Namun, apabila melihat dari ukuran molekul karbohidrat dan protein yakni sebesar $7,3 \mu\text{m}$ dan $0,274 \mu\text{m}$, lebih kecil dibandingkan ukuran pori membran maka berkemungkinan sebagian molekul tersebut dapat lolos meskipun memiliki polaritas yang berbeda. Pada santan terdapat pula kandungan natrium yang merupakan mineral, hal ini dapat menyebabkan terjadinya penumpukan pada permukaan membran karena adanya komponen mineral tersebut yang berpotensi untuk membentuk *fouling* (Warsinger dkk., 2015).

Santan merupakan emulsi oil in water (O/W) yang mana ikatan pengemulsi sangat ditentukan oleh rantai peptide pada system emulsi tersebut. Jika ikatan pada sistem emulsi terganggu akibat melewati membrane, maka terdapat protein yang ikut terganggu sehingga terdapat protein yang lolos melewati membran. Namun, dengan sifat polar yang dimiliki oleh *filter cloth nylon*, hanya protein-protein yang juga bersifat polar yang dapat melalui membran. (Ansori, 2009).



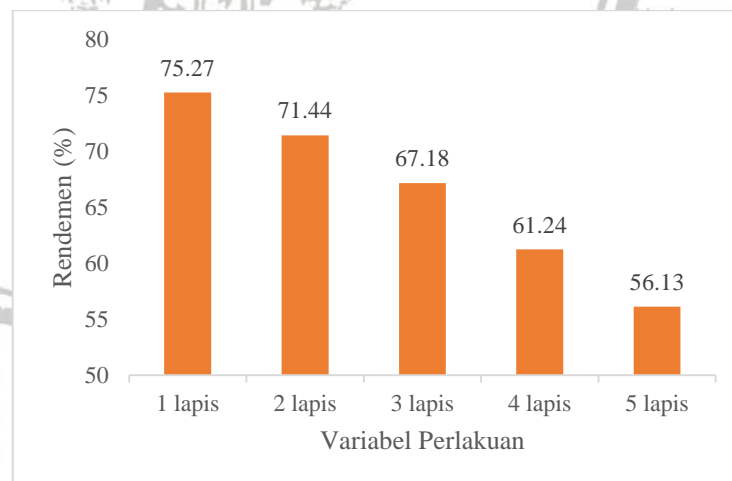
Gambar 4. 3 Perbandingan Fluks VCO-Air setiap Satuan Waktu

Dapat dilihat pada **Gambar 4.3** menunjukkan pola fluks yang cenderung datar meskipun terlihat adanya sedikit penurunan. Dan juga dapat dilihat bahwa

semakin bertambahnya jumlah lapisan, maka waktu yang dibutuhkan semakin lama namun nilai fluks yang didapatkan semakin sedikit seiring bertambahnya jumlah lapisan hal ini terjadi dikarenakan adanya resistensi, yakni bertambahnya lapisan membran dapat menyebabkan laju permeasi semakin menurun. Grafik tersebut didapatkan dengan melakukan analisa dalam kurun waktu sekitar 30 hingga 40 menit untuk setiap variabelnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa belum terlihat adanya pengaruh *fouling* terhadap performa membran. Sehingga berdasarkan gambar tersebut dapat dianalisis bahwa proses pemisahan ini dapat berlangsung dengan kapasitas *feed* yang lebih besar sehingga menghasilkan permeat yang lebih banyak karena berdasarkan pola grafik yang terlihat, fluks masih belum mengalami penurunan yang signifikan akibat adanya fenomena *fouling* seperti pola pada **Gambar 2.8**

4.2.2. Pengaruh Jumlah Lapisan Membran terhadap Rendemen dan Kadar Air VCO Crude

Perhitungan rendemen dari setiap variabel uji dilakukan untuk mengetahui massa filtrat yang berhasil dipisahkan dari umpan oleh membran *filter cloth nylon* dengan variasi jumlah lapisan membran. Hasil perhitungan rendemen disajikan pada **Gambar 4.4**. Rendemen VCO Crude yang didapatkan berada pada rentang 56,13-75,27%.



Gambar 4.4 Data Hasil Rendemen VCO Crude

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan **Gambar 4.4** terjadi penurunan rendemen seiring dengan bertambahnya lapisan *filter cloth nylon* yang digunakan, dimana terlihat bahwa variabel 1 lapis memiliki % rendemen terbesar yaitu 75,27% sementara itu variabel 5 lapis memiliki % rendemen paling sedikit

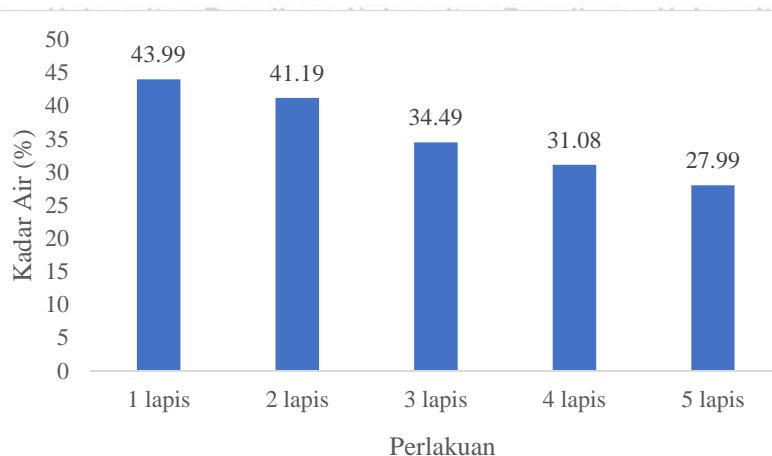
yakni 56,13%. Semakin tebal lapisan membran yang digunakan maka hasil filtrat yang dihasilkan semakin sedikit karena semakin tinggi resistensi yang harus dilalui permeat sehingga dapat berdampak pada penurunan % rendemen (Andayani dkk, 2017).

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui variabel jumlah lapisan yang optimum dalam proses pemisahan campuran santan dan air. Tahapan uji kadar air dilakukan berdasarkan ketentuan AOAC *International Method* 926.08 untuk bahan makanan (Nielsen, 2010), dengan pengambilan data sebanyak tiga kali untuk tiap titik pada lima titik fluks. Selain itu, dilakukan pula uji kadar air umpan air-santan yang ditunjukkan pada **Tabel 4.2**. Hasil yang didapatkan mendekati hasil penelitian kadar air santan yang dilakukan oleh Ziada et al (2008) yakni sebesar 65,3%.

Tabel 4.1 Data Kadar Air Umpan dan Permeat

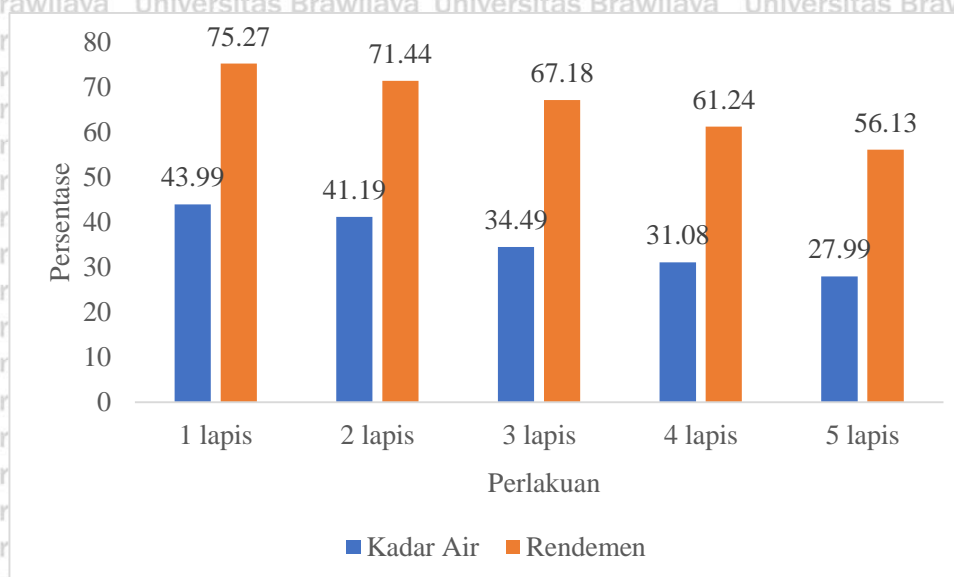
Variabel	Kadar Air Umpan (%)	Kadar Air Permeat (%)
1 lapis	63,71	43,986
2 lapis	62,13	41,190
3 lapis	64,24	34,491
4 lapis	63,39	31,080
5 lapis	62,53	27,987

Data kadar air tiap perlakuan variabel ditunjukkan pada **Tabel 4.1**, dari tabel ini, terlihat bahwa terjadi penurunan kadar air hingga rentang 27,987 – 43,986%. Selanjutnya, data tersebut akan dilakukan pengujian Beda Nyata Terkecil (BNt) untuk mengetahui nilai beda nyata terkecil terhadap perubahan kadar air yang optimal diantara variabel perlakuan jumlah lapisan membran. **Gambar 4.5** berikut menunjukkan data kadar air pada setiap variabel,



Gambar 4.5 Data Kadar Air Tiap Perlakuan

Berdasarkan hasil yang disajikan oleh **Gambar 4.5** terlihat bahwa semakin banyak jumlah lapisan yang digunakan maka penurunan kadar air semakin banyak. Hal ini dikarenakan ukuran pori yang semakin rapat dan kecil serta jarak yang harus dilalui permeat semakin jauh sehingga terdapat air yang tidak dapat melalui membran. Selanjutnya, dilakukan pengolahan data pada kadar air permeat pada **Tabel 4.1**, didapatkan hasil uji BNT yang menunjukkan bahwa nilai beda nyata terkecil adalah sebesar 0,1344. Nilai kadar air antar variabel menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan hasil uji BNT. Variabel 3 lapis memiliki perbedaan nilai yang lebih besar dibandingkan variabel lainnya dan juga nilai kadar air yang dihasilkan pada variabel 3 mengalami penurunan yang cukup nyata yakni sebesar 29.75% dibandingkan dengan variabel lain, sehingga variabel 3 lapis dapat disimpulkan sebagai variabel paling optimum kadar airnya, yang selanjutnya digunakan sebagai umpan pada proses pemurnian lanjutan dengan menggunakan membran polipropilen (PP).

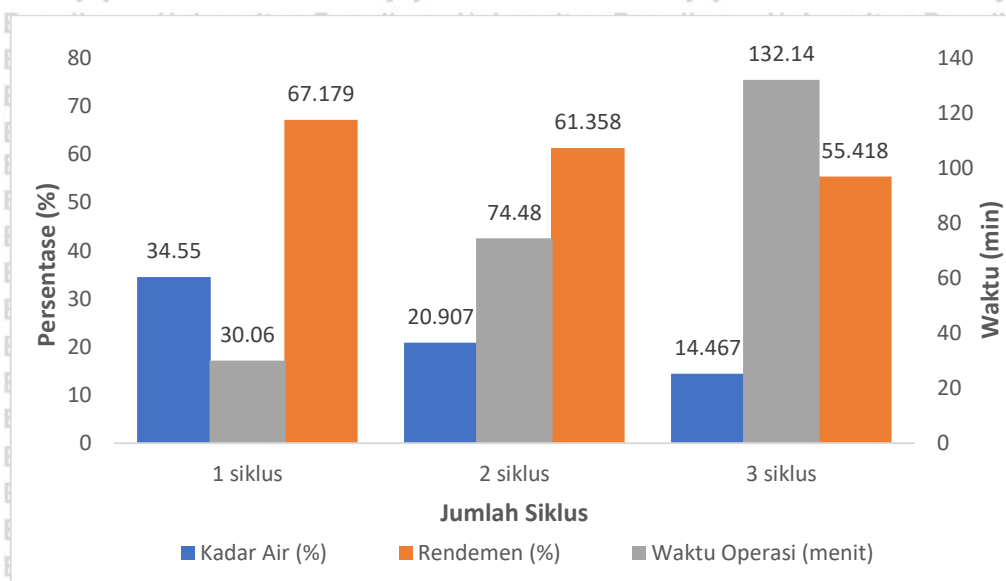


Gambar 4.6 Data Perbandingan Kadar Air dan Rendemen

Berdasarkan hasil yang disajikan pada **Gambar 4.6**, semakin banyak jumlah lapisan yang digunakan maka jumlah rendemen yang dihasilkan semakin sedikit dan juga semakin berkurangnya persentase kadar air yang dimiliki oleh permeat. Dalam hal ini, rendemen mewakili kuantitas yang dihasilkan oleh tiap perlakuan yang diuji sedangkan kadar air mewakili kualitas *VCO Crude* yang didapatkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah lapisan maka kuantitas dan kualitas yang dihasilkan semakin baik.

4.2.3. Target Pemisahan *VCO Crude* 10-15%

Sebelum dijadikan umpan pada proses pemurnian, terlebih dahulu dilakukan penurunan kadar air pada variabel 3 lapis hingga mencapai kadar air sebesar 10–15% sebagai syarat dari proses pemurnian, dengan cara melewati umpan tersebut ke *filter cloth nylon* secara berulang. Hasil uji kadar air siklus disajikan pada **Gambar 4.7**.



Gambar 4.7 Data Perbandingan Tiap Siklus

Pada dua kali siklus hasil yang didapatkan belum memenuhi syarat, kadar air yang didapatkan masih cukup tinggi yakni 20,907%. Oleh karena itu, dilakukan tiga kali siklus sehingga didapatkan hasil sesuai dengan syarat yang ditentukan, yakni sebesar 14,467%. Penetapan kadar ini berdasarkan penelitian Bramantya dan Losendra (2020), yang berhasil melakukan pemurnian campuran VCO-air dengan kadar air umpan sebanyak 15%.

Proses pemisahan air dari VCO *Crude* ini dapat terjadi, karena meskipun *filter cloth nylon* bersifat hidrofilik dan memiliki ukuran pori yang lebih besar dibandingkan air. Sebagian air tidak mampu melewati membran dikarenakan tekanan operasi yang kecil serta adanya *fouling* dan polarisasi konsentrasi yang terjadi selama proses pemisahan. Berdasarkan penelitian Suprihatin dkk (2004), fluks berbanding lurus dengan tekanan operasi. Tekanan yang digunakan pada penelitian ini adalah 1 atm, sehingga fluks yang didapatkan cenderung kecil didukung dengan adanya resistensi tambahan dari *fouling* dan polarisasi konsentrasi yang menyebabkan sebagian air tidak bisa melewati membran sehingga proses pemisahan dapat terjadi. Hasil dari penelitian ini didapatkan fluks dan waktu percobaan untuk dua kali siklus adalah 80,05 L/m².jam selama 1 jam 14 menit sedangkan untuk tiga kali siklus adalah 59,73 L/m².jam selama 2 jam 12 menit. Terlihat bahwa semakin lama proses pemisahan maka fluks yang didapatkan semakin kecil. Hal ini dapat terjadi karena adanya

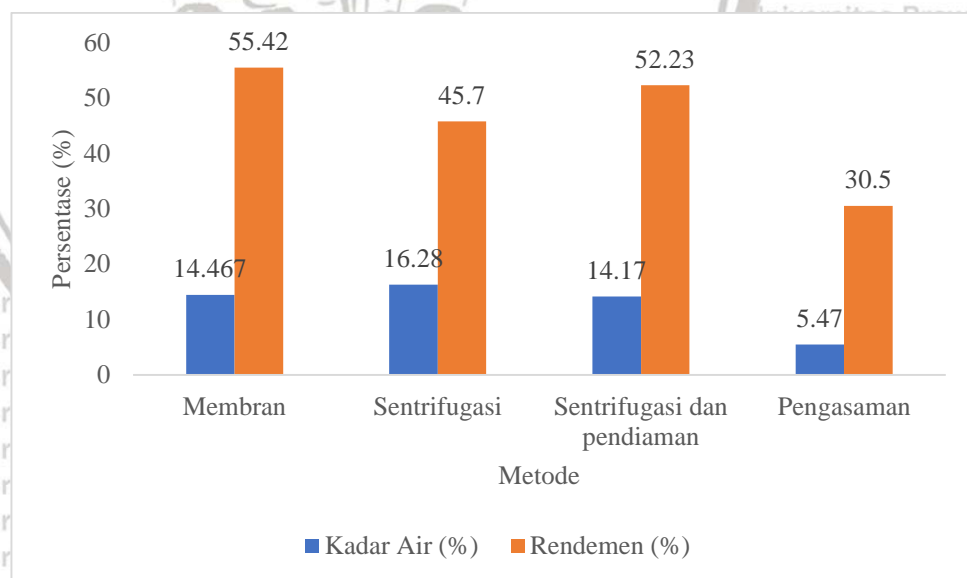
fenomena *fouling* dan polarisasi konsentrasi yang dapat mempersulit air untuk lolos.

Tabel 4.2 Perbandingan Kadar Air pada Berbagai Metode Pembuatan VCO

No.	Metode	Kadar Air	Kondisi Operasi
1.	Teknologi Membran (penelitian ini)	14,467%	P= 1 atm t= 2 jam 12 menit Kondisi umpan= campuran air- santan (2:1, daging kelapa:air), Rendemen= 55,42% Pendiaman santan, t= 2 jam Kondisi sentrifugasi: t= 30 menit v= 5000 rpm Kondisi umpan= campuran air- santan (2:1, daging kelapa:air), Rendemen= 45,7% Pendiaman santan, t= 3 jam Kondisi sentrifugasi: t= 90 menit v= 1000 rpm Pendiaman santan, t= 16 jam,
2.	Sentrifugasi (Susanti dkk, 2015)	16,28%	
3.	Sentrifugasi dan Pendiaman (Hapsari dan Welasih, 2013)	14,17%	

3. Pengasaman
(Gabriel, 1919)

Rendemen=
52,23%
Kondisi umpan=
campuran air-
santan (2:1, daging
kelapa:air)
Pendiaman santan,
t= 2 jam
Penambahan asam
dan pendiaman, t=
12 jam
Kondisi umpan=
campuran air-
santan (1:1, daging
kelapa:air),
Rendemen= 30,5%



Gambar 4.8 Perbandingan Parameter Setiap Metode Pembuatan VCO

Pada metode sentrifugasi diperlukan kecepatan putaran *centrifuge* yang cukup tinggi yang mana berbanding lurus dengan energi yang dibutuhkan jika dilakukan pada skala besar. Hasil yang didapatkan semakin tinggi kecepatan

centrifuge maka minyak yang diperoleh semakin besar namun meningkat pula kadar air nya. Hasil kadar air pada metode sentrifugasi masih cukup tinggi, yaitu 16,18% (Susanti dkk, 2015). Hapsari dan Welasih (2013) melakukan penelitian metode sentrifugasi dengan penambahan metode pendiaman selama 16 jam, yang didapatkan kadar air dengan nilai yang sedikit lebih rendah yaitu 14,17%.

Sedangkan pada metode pengasaman diperlukan waktu untuk pendiaman santan terlebih dahulu hingga terbentuk dua lapisan. Selanjutnya, lapisan atas tersebut diberi tambahan cuka hingga mencapai pH 4,5 dan didamkan selama 10 jam. Kadar air yang didapatkan melalui metode ini cukup rendah yakni, 5,47%. Namun, penambahan zat cuka ini dapat berdampak pada kualitas VCO yang dihasilkan (Gabriel, 2019).

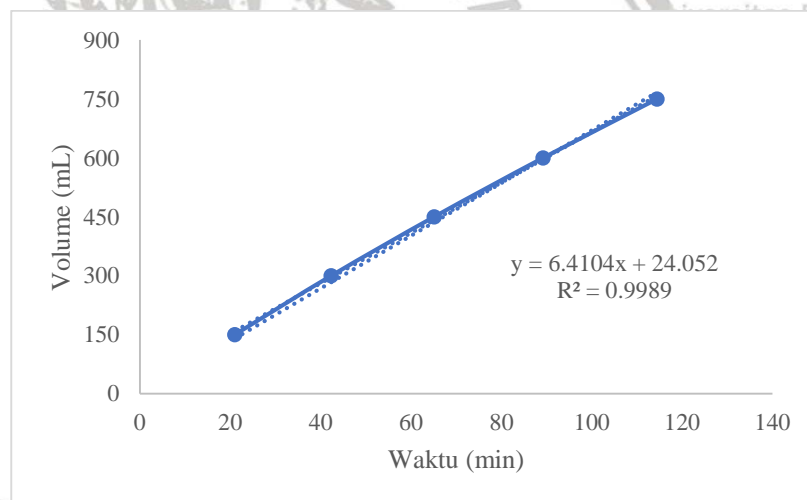
Data yang ditampilkan oleh **Tabel 4.2** dan **Gambar 4.8** juga memperlihatkan perbandingan kondisi operasi dan kadar air yang didapatkan dari setiap metode pembuatan VCO. Hasil kadar air yang dihasilkan melalui metode membran lebih rendah dibandingkan metode sentrifugasi namun, kadar air tersebut cukup tinggi apabila dibandingkan dengan metode lainnya. Meskipun metode membran menghasilkan VCO *Crude* dengan kadar air yang relatif tinggi, metode membran layak dijadikan alternatif proses pembuatan VCO karena kondisi operasi dan proses yang lebih sederhana dibandingkan metode lain, pada proses yang menggunakan teknologi membran tidak diperlukan waktu untuk pendiaman santan serta waktu keseluruhan yang dibutuhkan untuk mendapatkan VCO *Crude* jauh lebih cepat. Selain itu pada proses membran tidak memerlukan adanya zat tambahan seperti ragi, asam maupun enzim yang dibutuhkan metode lain sehingga dapat menghindari reaksi yang tidak diinginkan. Energi yang digunakan pada proses membran juga lebih kecil dibandingkan metode sentrifugasi dan pemanasan yang membutuhkan energi listrik untuk menggunakan alat *centrifuge* dan oven. Kadar air VCO *Crude* yang didapatkan dari proses pemisahan membran dapat dilanjutkan dengan proses pemurnian menggunakan membran PP yang nantinya akan didapatkan kadar air yang jauh lebih kecil mendekati standar yang telah ditetapkan.

Berdasarkan **Gambar 4.8** dapat dilihat bahwa pembuatan VCO *Crude* dengan metode membran memberikan rendemen sebesar 55,42% dengan waktu yang relatif lebih singkat dari metode lainnya. Nilai tersebut lebih besar

dibandingkan rendemen metode sentrifugasi dan pendiaman yakni sebesar 52,23% yang didapatkan dalam waktu 19 jam, rendemen proses sentrifugasi sebesar 45,7% selama 2,5 jam dan rendemen pengasaman sebesar 30,5% dengan lama operasi selama 14 jam. Berdasarkan parameter kadar air, rendemen dan waktu operasi hasil yang didapatkan dari teknologi membrane lebih baik dibandingkan ketiga metode lainnya. Hal ini dikarenakan pemisahan air dan VCO *Crude* yang terjadi pada proses membran dengan prinsip perbedaan ukuran molekul dan sifat polaritas lebih efektif dibandingkan metode lainnya yang menggunakan prinsip perbedaan massa jenis.

4.2 Performa Membran PP terhadap Pemurnian VCO *Crude*

Hasil dari pengujian performa membran PP didapatkan persamaan garis menunjukkan $y = 6,5082x + 18,712$. Hasil dari pembagian nilai gradien persamaan garis dengan luas permukaan membran (112 cm^2) menunjukkan fluks yang didapat dari proses pemurnian VCO *Crude*, dengan nilai sebesar $34,34 \text{ L/m}^2\cdot\text{jam}$.



Gambar 4.9 Grafik Volume Permeat vs Waktu pada Pemurnian VCO *Crude*

Kandungan terbesar VCO adalah asam laurat yang merupakan *Medium Chain Fatty Acid* (MCFA) yang merupakan asam lemak dengan ekor alifatik yang mempunyai jumlah karbon 6 sampai 12 (Tamzil, dkk., 2017). Kandungan ini memiliki rata-rata ukuran molekul sebesar $0,0015 \mu\text{m}$ (Matsuura dan Ismail, 2016). Ukuran molekul tersebut lebih kecil daripada ukuran pori membran polipropilen (PP) yang digunakan yaitu berukuran $0,22 \mu\text{m}$ sehingga molekul-molekul kandungan VCO dapat dengan mudah lolos melewati membran PP.

Pengujian selektivitas dilakukan untuk melihat kemampuan membran PP dalam memisahkan air dari umpan VCO *Crude* yang dinyatakan dalam % Rejeksi. Hasil perhitungan selektivitas didapatkan nilai 92,70%. Berdasarkan hasil tersebut, terlihat bahwa membran PP memiliki kemampuan untuk memisahkan air dengan VCO. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan polaritas dan hidrofobisitas yang dimiliki membran tersebut. Sifat hidrofobik dari membran PP menjadikan air yang bersifat polar dapat tertahan diatas permukaan membran. Selain itu, membran PP memiliki sifat non-polar sehingga mampu untuk meloloskan VCO yang bersifat non-polar dan menahan air yang bersifat polar (Safitri dkk, 2019).

Selain fluks dan selektivitas, dilakukan pula pengujian rendemen untuk mengetahui berapa banyak hasil VCO yang didapatkan dibandingkan dengan umpan yang digunakan. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai rendemen sebesar 20,972%. Pada penelitian ini juga dilakukan uji untuk mengetahui kadar air dan *free fatty acid* (FFA) dari produk VCO yang dihasilkan. Hasil uji VCO produk yang telah didapatkan, ditampilkan pada **Tabel 4.3**. Terdapat data keadaan fisik, kadar air serta kadar FFA.

Tabel 4.3 Hasil Uji VCO

Parameter	Hasil	SNI
Keadaan Fisik		
• Warna	• Keruh	Tidak berwarna hingga kuning pucat
Air	1,057%	Maksimal 0,2%
FFA (dihitung sebagai Asam laurat)	0,76%	Maksimal 0,2%

Uji kadar air penting dilakukan untuk mengetahui daya simpan dari suatu bahan makanan karena akan mempengaruhi sifat fisik, kimia, perubahan mikrobiologi dan perubahan enzimatis. Kadar air umpan pada proses permurnian ini awalnya berkisar 14,467%, dan mengalami penurunan hingga mencapai nilai 1,057%. Penurunan kadar air ini dapat terjadi karena molekul air memiliki polaritas yang berbeda dengan membran PP sehingga dapat tertahan tertahan diatas permukaan membran. Namun, ukuran molekul air lebih kecil

dibandingkan pori membran PP yakni sebesar 0,28 nm dimana ukuran pori membran PP sebesar 0,22 μm , hal ini menyebabkan adanya molekul air lolos melewati membran. Adanya molekul air yang lolos melewati membran dapat terjadi karena adanya molekul air yang berukuran lebih kecil dibandingkan pori membran dan melewati celah membran yang tidak terlapsi *skin active* yang bersifat hidrofobik (Apriwaluyo dkk, 2018). Pada **Tabel 4.3** hasil uji VCO dan perbandingan dengan SNI untuk *Virgin Coconut Oil* menunjukkan hasil VCO yang didapatkan berwarna putih keruh dimana berdasarkan SNI VCO, standarnya tidak berwarna hingga kuning pucat dan untuk nilai maksimum kadar air pada VCO sebesar sebesar 0,2%. Banyaknya kandungan air dalam bentuk emulsi yang terdapat dalam VCO menyebabkan warna VCO menjadi putih keruh (McClements et al, 2010).

Selanjutnya, hasil perhitungan kadar FFA didapatkan nilai sebesar 0,76%. Di samping itu, menurut penelitian milik Barasi, dkk (2014) menunjukkan bahwa kadar FFA yang dimiliki oleh santan murni berkisar pada rentang 0,56-0,75%. Merujuk pada penelitian milik Losendra dan Bramantya (2020) yang menyatakan bahwa pemurnian VCO dari campuran VCO-air tidak menyebabkan adanya penurunan yang signifikan pada kadar FFA di awal dan di akhir proses pemurnian. Berdasarkan dari kedua penelitian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa kadar FFA yang cukup besar ini dikarenakan tidak adanya FFA yang berkurang selama proses pemurnian dan pemisahan terjadi.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Performa dari *filter cloth nylon* dapat dilihat dari fluks yang dihasilkan memiliki nilai berikisar pada rentang 137,073 hingga 60,027 L/m².jam dan rendemen VCO *Crude* yang didapatkan berada pada rentang 56,13-75,27%.
2. Semakin banyak jumlah lapisan *filter cloth nylon* yang digunakan, maka semakin sedikit kadar air VCO *Crude* yang didapatkan. Berdasarkan uji BNT, Variabel tiga lapis merupakan variabel optimum dengan kadar air sebesar 14,47% dan rendemen sebesar 55,42%.

5.2 Saran

1. Perlu adanya pengembangan terkait penggunaan membran dengan performa yang lebih baik, meliputi ukuran pori yang lebih kecil dan juga sifat hidrofobisitas dari membran yang digunakan. Membran komposit dapat dipertimbangkan karena dapat memberikan performa yang optimal terhadap selektifitas, laju permeasi dan kestabilan termal.
2. Perlu pengembangan penelitian penggunaan membran komposit dengan sifat lebih hidrofobik serta ukuran pori yang sesuai untuk proses pemisahan agar didapatkan VCO *crude* yang lebih efisien dan proses pemurnian dari VCO *Crude* menjadi VCO yang memenuhi SNI



Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC INTERNATIONAL (2007). *Official Methods of Analysis 18th edition*. Association of Official Analytical Chemist (AOAC) International, Gaithersburg, MD.
- APCC. 2005. Standard for Virgin Coconut Oil. *Asian Pacific Coconut Community*.
- Ahmad, N. A., C. P. Leo, A. L. Ahmad dan W. K. W. Ramli. 2015. Membrans with Great Hydrophobicity: A Review on Preparation and Characterization, Separation and Purification Reviews. 44, 109-134. Malaysia: *Journal of Separation and Purification Review* 44 (2): 109-134.
- Ahmd, M. I., Mandey, L. C., Langi, T. M., & Kandou, J. E. (2013, October). Pengaruh perbandingan santan dan air terhadap rendemen, kadar air dan asam lemak bebas (FFA) virgin coconut oil (VCO). In *COCOS* (Vol. 3, No. 6).
- Alkhudhiri, A., Darwish, N., & Hilal, N. (2012). Membrane distillation: A comprehensive review. *Desalination*, 287, 2-18.
- Allgeier, Steve. 2003. *Membrane Filtration Guidance Manual*. Cincinnati: USEPA
- Andayani, U., Jumina, D. S., & Mardiana, D. Peningkatan Efisiensi Permeasi Etanol Menggunakan Membran Poli (Vinil Alkohol) Termodifikasi. *Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia*.
- Ansori, M. (2009). Menentukan titik optimal koagulasi santan dengan pendekatan filtrasi. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 1.
- Apriwaluyo, D., Andrianto, S. D., Poerwadi, B., & Oktavian, R. (2018). Pembuatan Membran Komposit Silika Hidrofobik Untuk Pemisahan Minyak-Air. *Jurnal Mahasiswa Teknik Kimia*, 3(2)
- Baker, Richard W. 2004. *Membrane Technology and Applications 2nd edition*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd. New York: Elsevier
- Barasi, E., Fatimah, F., & Mamuja, C. F. (2014). Karakterisasi Santan Di Sulawesi Utara Sebagai Bahan Baku Santan Instan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 2(2), 20.
- Bhattacharyya, D., & D. Allan Butterfield. 2003. *New Insights Into Membrane Science and Technology: Polymeric and Biofunctional Membranes*. New York: Elsevier
- Bilang, M. A., Rasti S, dan Khairunnisa S. 2010. Pengaruh Variasi Metode Pemancangan (Stimulan) Dan Penambahan Getah Pepaya Terhadap "Virgin Coconut Oil" Yang

- Dihasilkan. Jurnal Agrotecno. ISSN: 1979-7362 (Vol. 3 : No. 1, Februari 2010). Makassar.
- Blaustein, Mordecai P., Kao, Joseph P.Y., & Donald R. Matteson. 2012. *Cellular Physiology and Neurophysiology 2nd edition*. New York: Elsevier
- Cui, Z.F., & H.S. Muralidhara. 2010. *Membrane Technology*. Burlington: Elsevier
- Challa, R., Johnston, D., Singh, V., Tumbleson, M., & Rausch, K. (2015). Fouling characteristics of model carbohydrate mixtures and their interaction effects. *Food and Bioproducts Processing*, 93, 197-204.
- Charanyaa S., ChandrasekarV., PrasannaD., Belur, dan I. Regupathi. 2016. Screening of polymeric membrans for membran assisted deacidification of sardineoil. Rusia: *Journal of Resource-Efficient Technologies (2) S119–S123*.
- Cristianti, L. 2009. *Laporan Tugas Akhir Pembuatan Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Menggunakan Fermentasi Ragi Tempe*. Semarang: Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret.
- Derradji AF., TahaS., dan DorangeG. 2005. Application of the resistances in series modelin ultrafiltration. Italia: *Journal of Desalination* 184: 377-384.
- Drili, Enrico dan Giorno Lidetta. 2010. *Comprehensive Membrane Science and Engineering*. UK: Elsevier
- Dwiyuni Maya. 2009. *Kajian Sifat Fisiko Kimia Ekstraksi MinyakKelapa Murni (Virgin Coconut Oil., VCO) Dengan Metode Pembekuan Krim Santan*. Bogor: Undergraduate Thesis, Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Edajwati, Luluk. 2011. *Aplikasi Penggunaan Enzim Papain dan Bromelin Terhadap Perolehan VCO*. Jawa Timur: UPN Press
- Edy Supriyo. 2007. *Pengaruh konsentrasi surfactant pada formulasi propuxure 20 EC danefektifitasny dalam membasmi aedes aegypti*. Semarang: Tesis Master, Universitas Diponegoro
- Ehlers, Wilffied dan Goss, Michael. 2016. *Water Dynamics In Plant Production 2nd Edition*. UK: CABI.
- Fatimah F. danSangi E. C. M. 2010. Kualitas Pemurnian Virgin Coconut Oil (VCO) Menggunakan Beberapa Adsorben. Manado: *Journal of Chem. Prog.* 3 (2):65-69.
- Fife, B. 2003. *TheHealing Miracles of CoconutOil. 3rd Edition*. Colorado: Piccadilly Books Ltd.

- Gabriel Lolong Mukin, R. (2019). *Studi Pembuatan Minyak Kelapa (Cocos Nucifera Linneaus) Virgin Coconut Oil (Vco)*. Makassar: Doctoral dissertation, Universitas Bosowa.
- Geankoplis, C. J. (2003). *Transport processes and separation process principles:(includes unit operations)*. New Jersey: Prentice Hall Professional Technical Reference.
- Gultom, Roby Pahala Januario and Wirjosentono, Basuki and Thamrin, (2016) Modifikasi Dan Karakterisasi Membran Polisulfon-Polietilen Glikol (Peg) Dengan Penambahan Bentonit Alam Bener Meriah Sebagai Filtrasi Air Sungai. In: *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2016*, 30-31 May 2016, Medan
- Hadi, Anwar. 2007. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Jakarta: Gramedia
- Hapsari, Nur, dan Tjatoer Welasih. 2013. Pembuatan *Virgin Coconut Oil (VCO)* dengan Metode Sentrifugasi. Surabaya: *Jurnal Teknologi Pangan UPNVeteran Jawa Timur* 3 (2): 1-8.
- Hidayati, A. D., dan Himma, N. F. 2017. *Perlakuan Fisiko-Kimia Limbah Cair Industri*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Ilmi, Hafidhul dan Bagus, A.N. 2011. *Pengambilan Protein Dalam Virgin Coconut Oil (VCO) Dengan Metode Membran Ultrafiltrasi*. Surabaya: Undergraduate thesis, FTI UPN JATIM.
- Ishak., Amri, Aji., Israwati. 2019. Pengaruh Waktu Fermentasi Dan Berat Bonggol Nanas Pada Pembuatan Virgin Coconut Oil (VCO). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 8 :1 (Mei 2019) 57 - 68
- Istianah, Nur. 2018. *Teknologi Bioproses*. Malang: UB Press.
- Japonika, Hardono. 2015. *Pemisahan dengan Membran Ultrafiltrasi dalam Industri Bioproses*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Japranata, H. H. (2016). *Separasi Protein Dengan Membran Ultrafiltrasi*. Bandung: Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung, June, 1-8.
- Ketaren, S. 1986. *Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Lindu, M., Puspitasari, T., & Reinfani, D. A. (2018). Sintesis Dan Uji Kemampuan Membran Mikrofiltrasi Selulosaasetat Dari Nata De Coco Untuk Penyisihan Kekeruhan Padaair Artifisial. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 12(3), 153-158.

- Manggala, Mahdi, R., Sugiatmo K., dan Kartika F. 2017. Studi Pengembangan Demulsifier Pada Skala Laboratorium Untuk Mengatasi Masalah Emulsi Minyak Di Lapangan "Z", Sumatera Selatan. Jakarta: *Seminar Nasional Cendekiawan ke3 Tahun 2017* ISSN (P): 2460 –8696.
- Manjula, S., H. Nabetani, dan R. Subramanian. 2010. Flux behavior in a hydrophobic densemembran with undiluted and hexane-diluted vegetableoils. Netherland: *Journal of Fuel and Energy Abstracts* 366(1):43-47.
- Marlina, Dwi Wijayanti, Ivo Pangestu, dan Lilis Safitri. 2017. Pembuatan Virgin Coconut Oil Dari Kelapa Hibrida Menggunakan Metode Penggaraman Dengan NaCl dan Garam Dapur. *Jurnal Chemurgy*, Vol. 01, No. 2
- McClements, D. J., & Li, Y. (2010). Structured emulsion-based delivery systems: Controlling the digestion and release of lipophilic food components. *Advances in colloid and interface science*, 159(2), 213-228.
- Miyagi, A., Mitsutoshi N., Hiroshi N., dan Rangaswamy S. Feasibility of recycling used frying oil using membran process. Jerman: *European Jorunal of Lipid Science and Technology* 135 (1): 3-6.
- Mujdalipah, S. (2016). Pengaruh Ragi Tradisional Indonesia dalam Proses Fermentasi Santan Terhadap Karakteristik Rendemen, Kadar Air, dan Kadar Asam Lemak Bebas Virgin Coconut Oil (VCO). *Edufortech*, 1(1).
- Mulder, Marcel. 1992. *Basic Principles of Membran Technology*. Netherlands: Kluwer Academic Published.
- Nainggolan, RP. 2015. *Pengendalian Fouling pada Sistem Pengolahan Air Berbasis Membran*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Najib, Ahmad. 2018. *Ekstraksi Bahan Senyawa Alam*. Yogyakarta: Deepublish
- Nath, K. 2017. *Membran Separation Processes* (2nd ed.). New Delhi: PHI Learning Private Limited.
- Pawlik, Aleksandra K dan Ian T. Norton. 2014. Bridging Benchtop Research and Industrial Processed Foods: Structuring of Model Food Emulsion. Belanda: *Journal of Food Structure* (1): 24-38.
- Pontoh, Julius., Surbakti, Mariana Br., dan Papilaya, Mayz. Kualitas. 2008. *Virgin Coconut Oil dari Beberapa Metode Pembuatan*. *Chem.Prog*, Vol.1, No.1, 2008.
- Probowisnu, S. (2017). *Membran Cellulose Nitrate Untuk Produksi Etanol Fuel Grade Dengan Metode Pervaporasi (Kajian Pengaruh Tekanan Sisi Permeat Terhadap*

- Selektivitas dan Fluks Membran*). Palembang: *Doctoral Dissertation* Politenik Negering Sriwijaya
- Rachmayanti, Imaniar Ragil., Firdaus, Rafli Iman., dan Wahyusi, Kindriari Nurma. 2020. Fermentasi Santan Menggunakan *Actobacillus* Menjadi Virgin Coconut Oil Dengan Katalis Enzim Bromelin. *ChemPro Journal* Vol. 01 No. 01(2020) hal.46-50. e-ISSN 2720-880X
- Safitri, A. W., Imanuel, H., Poerwadi, B., & Oktavian, R. (2019). Karakterisasi Membran Komposit SiO₂ Hidrofobik Terhadap Komposisi dan Jenis Pendispersi Pada Pemisahan CPO-Air. *Jurnal Mahasiswa Teknik Kimia*, 4(1).
- Sardzadeh Mohtada, Elham Gorouhi dan Toraj Mohammadi. 2008. Oily Wastewater Treatment Using Polyetrafluoroethylene (PTFE) Hydrophobic Membranes. *Twelfth International Water Technology Conference Alexandria 2008*
- Sari, Deni KartikadanLestari, Retno S.D.2015. Pengaruh Waktu dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Emulsi Minyak Biji Matahari (*HelianthusAnnuus* L.) dan Air. Cilegon: *Jurnal Integrasi Proses* 5(3): 155–159.
- Setiaji, B. dan Prayugo S. 2006. *Membuat VCO Berkualitas Tinggi*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Sihotang, T. Y. (2014). *Kajian Membran Nilon pada Proses Filtrasi Bertahap Sistem Cross-Flow untuk Desalinasi Air Payau*. Skripsi. Bogor" Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor
- SNI 7381:2008. 2008. *Minyak Kelapa Virgin*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Srihari, Endang., Lingganigrum, Farid Sri., Hervita, Rossa., S, Helen Wijaya. 2010. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk. *Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses* ISSN : 1411-4216
- Suprihatin, M. R., & Ismayana, A. (2004). Penerapan Membran Filtrasi dari Selulosa Asetat dan Chitosan untuk Produksi Bersih pada Industri Pulp dan Kertas. *Journal of Agroindustrial Technology*, 13(3).
- Susanti, N. M. P., Widjaja, I. N., & Dewi, N. M. A. P. (2015). Pengaruh waktu sentrifugasi krim santan terhadap kualitas virgin coconut oil (VCO). *Jurnal Farmasi Udayana*.
- Susanto, Tri. 2012. Kajian Metode Pengasaman Dalam Proses Produksi Minyak Kelapa Ditinjau Dari Mutu Produk Dan Komposisi Asam Amino Blondo. *Jurnal Dinamika*

- Penelitian Industri Vol. 23 No. 2 Hal. 124-130. Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang
- Susilowati. 2009. Pembuatan Virgin Coconut Oil dengan Metode Penggaraman. Surabaya: *Jurnal Teknik Kimia* Vol. 2
- Tamzil, Aziz, YohanaO, dan Ade P. S. 2017. Pembuatan Virgin Coconut Oil(Vco) DenganMetode Penggaraman. *Jurnal Teknik Kimia* 2 (23):129-136.
- Warsinger, D. M., Swaminathan, J., Guillen-Burrieza, E., & Arafat, H. A. (2015). Scaling and fouling in membrane distillation for desalination applications: a review. *Desalination*, 356, 294-313.
- Wenten, I.G, Agnes Veronica Victoria, Grace Tanukusuma, K. Khoiruddina, dan MegawatiZunita. 2018. Simultaneous clarification and dehydration of crude palm oil using superhydrophobic polypropylene membran. *Journal of Food Engineering* (248): 23–27.
- Wenten, I Gede & Hakim, A.N. & Khoiruddin, Khoiruddin & P.T.P, Aryanti. (2013). *Polarisasi Konsentrasi dan Fouling pada Membran*. Bandung: Diktat ITB
- Wenten, I.G., Khoiruddin, A.N. Hakim, dan P.T.PAryanti. 2012. *Teori Perpindahan Dalam Membran*. Bandung: Diktat Institut Teknologi Bandung.
- Wenten, I.G., Khoiruddin, P.T.PAryanti, dan A.N. Hakim. 2010. *Pengantar Teknologi Membran*. Bandung: Diktat Institut Teknologi Bandung.
- Wenten, I.G., N.F. Himma, Sofiatun A., dan Nicholas P. 2014. *Membran Superhidrofobik Pembuatan, Karakterisasi, dan Aplikasi*. Bandung: Diktat Institut Teknologi Bandung.
- Widiasa, I. N., Wisnuprpto, dan I. G. Wenten. 2002. Pemekatan Gliserol Dengan Reverse Osmosis: Studi Karakteristik Fluks dan Rejeksi. *Jurnal Reaktor* Vol. 6 No. 1 (2012)
- Winarno, F.G. 2001. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT.Gramedia.
- Xu, Z., X. Huang, dan L. Wan. 2009. *Surface Engineering of Polymer Membrans*. New York: Springer Berlin Heidelberg.
- Yang, Y. F., Wan, L. S., dan Xu, Z.K. 2012. Surface engineering of microporous polypropylene membran for antifouling: aminireview. *Journal of Adhesion Scienceand*, 25(1-3), 245-260. doi:10.1163/016942410X520835





Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran A. Lampiran Perhitungan Pemisahan

A.1 Perhitungan Fluks Campuran Air-Santan

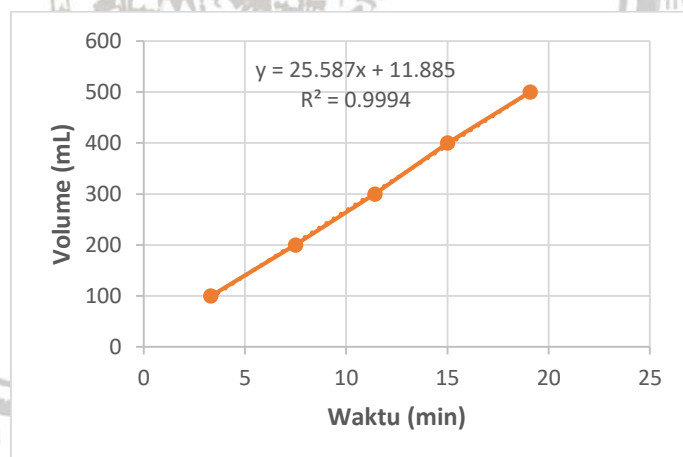
Perhitungan fluks dilakukan berdasarkan persamaan (3.1) yang didapatkan dengan melakukan pembagian nilai gradien garis dari persamaan persamaan linear perubahan volume permeat tiap satuan waktu dengan luas permukaan membran yakni sebesar 112 cm^2 .

- Perhitungan Fluks Variabel 1 Lapis

Tabel A1. Data Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu Variabel

1 Lapis

V (ml)	t (menit)
100	3,31
200	7,49
300	11,41
400	15,01
500	19,08



Gambar A1. Grafik Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu Variabel

1 Lapis

$$A = 112 \text{ cm}^2$$

$$V/t \text{ (Gradien)} = 25,587 \text{ mL/menit}$$

$$J = \frac{V}{A \cdot t}$$

$$= 112 \times 25,587$$

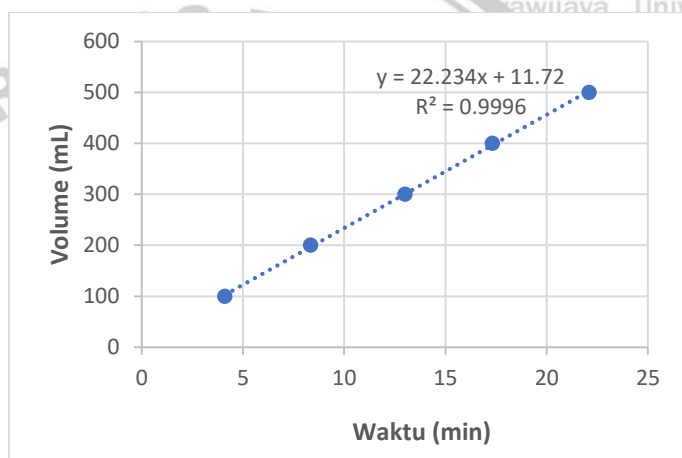
$$= 0,2284554 \text{ ml/cm}^2 \cdot \text{menit}$$

$$= 137,07321 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

- Perhitungan Fluks Variabel 2 Lapis

Tabel A2. Data Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu Variabel 2 Lapis

V (ml)	t (menit)
100	4,1
200	8,33
300	13
400	17,31
500	22,09



Gambar A2. Grafik Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu Variabel 2 Lapis

$$A = 112 \text{ cm}^2$$

$$V/t \text{ (Gradien)} = 22,234 \text{ mL/menit}$$

$$J = \frac{V}{A \cdot t}$$

$$= 112 \times 22,234$$

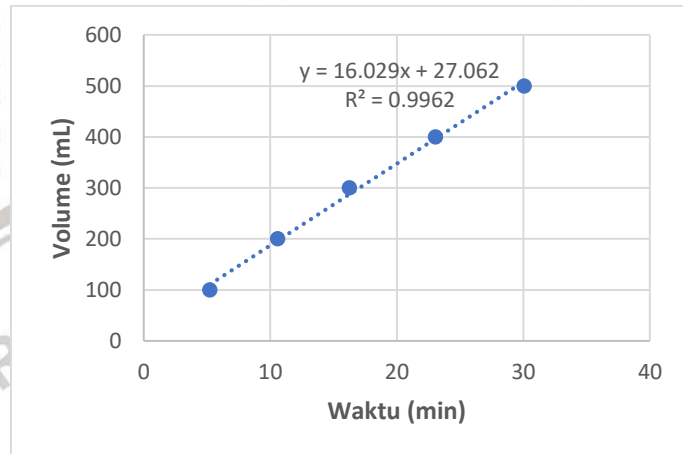
$$= 0,1985179 \text{ ml/cm}^2 \cdot \text{menit}$$

$$= 119,11071 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

- Perhitungan Fluks Variabel 3 Lapis

Tabel A2. Data Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu Variabel 3 Lapis

V (ml)	t (menit)
100	5,22
200	10,58
300	16,23
400	23,05
500	30,06



Gambar A2. Grafik Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu Variabel

3 Lapis

$$A = 112 \text{ cm}^2$$

$$V/t \text{ (Gradien)} = 16,029 \text{ mL/menit}$$

$$J = \frac{V}{A \cdot t}$$

$$= 112 \times 16,029$$

$$= 0,1431161 \text{ mL/cm}^2 \cdot \text{menit}$$

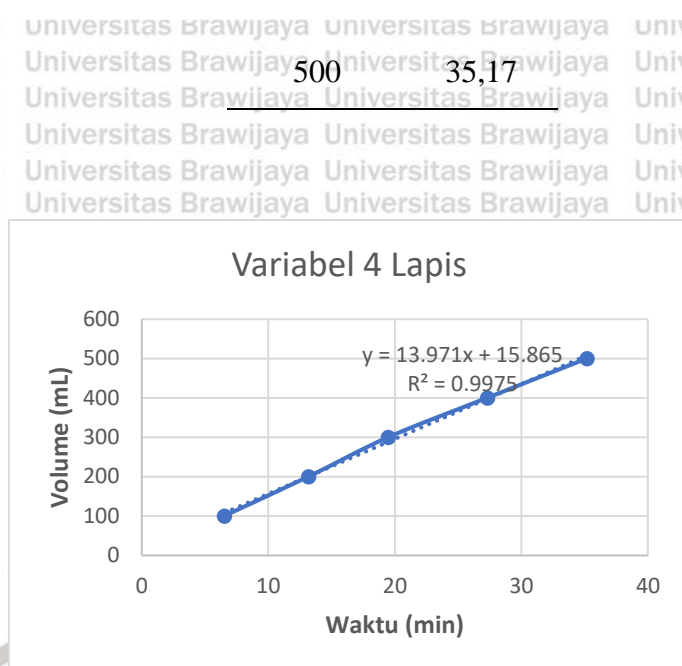
$$= 85,869643 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

- Perhitungan Fluks Variabel 4 Lapis

Tabel A2. Data Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu Variabel

4 Lapis

V (ml)	t (menit)
100	6,53
200	13,19
300	19,49
400	27,31



Gambar A2. Grafik Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu Variabel

4 Lapis

$$A = 112 \text{ cm}^2$$

$$V/t \text{ (Gradien)} = 13,971 \text{ mL/menit}$$

$$J = \frac{V}{A \times t}$$

$$= 112 \times 14,209$$

$$= 0,1247411 \text{ mL/cm}^2.\text{menit}$$

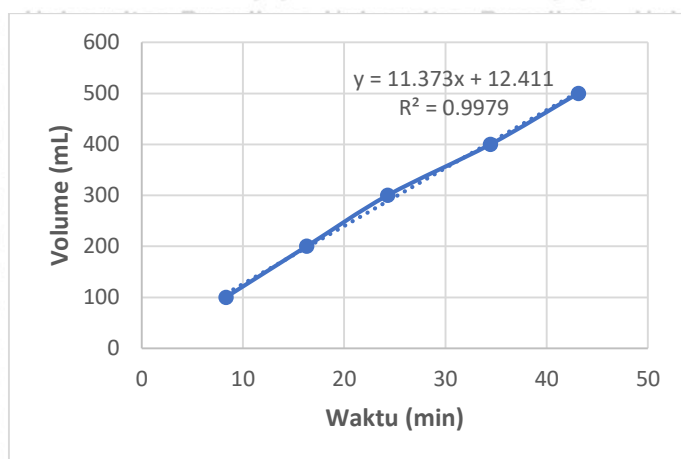
$$= 74,844643 \text{ L/m}^2.\text{jam}$$

- Perhitungan Fluks Variabel 5 Lapis

Tabel A5. Data Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu Variabel

5 Lapis

V (ml)	t (menit)
100	8,31
200	16,29
300	24,29
400	34,44
500	43,11



Gambar A5. Grafik Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu Variabel

5 Lapis

$$A = 112 \text{ cm}^2$$

$$V/t \text{ (Gradien)} = 11,373 \text{ mL/menit}$$

$$J = \frac{V}{A \cdot t}$$

$$= 112 \times 11,373$$

$$= 0,1015446 \text{ mL/cm}^2 \cdot \text{menit}$$

$$= 60,926786 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

A.2 Perhitungan Rendemen

Perhitungan rendemen dilakukan berdasarkan persamaan (3.2) yang didapatkan dengan melakukan pembagian terhadap nilai massa filtrat total dengan massa feed total dalam persen.

- Perhitungan Rendemen Variabel 1 Lapis

$$\text{Massa Feed Awal} = 3287,8 \text{ gram}$$

$$\text{Massa Rentetat} = 163,6 \text{ gram}$$

$$\text{Massa Filtrat Total} = 496,8 \text{ gram}$$

$$\text{Massa Feed yang Digunakan} = 163,6 + 496,8$$

$$= 660,4 \text{ gram}$$

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\%$$

$$= (496,8/660,4) \times 100\%$$

$$= 75,227 \%$$

- Perhitungan Rendemen Variabel 2 Lapis

Massa Feed = 3295,8 gram

Massa Rentetat = 197,9 gram

Massa Filtrat Total = 495,1 gram

Massa Feed Total = 197,9 + 495,1

= 693 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\%$$

$$= (197,9/495,1) \times 100\%$$

$$= 71,443 \%$$

- Perhitungan Rendemen Variabel 3 Lapis

Massa Feed = 3277,8 gram

Massa Rentetat = 241,3 gram

Massa Filtrat Total = 493,9 gram

Massa Feed Total = 241,3 + 493,9

= 735,2 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\%$$

$$= (241,3/735,2) \times 100\%$$

$$= 67,179 \%$$

- Perhitungan Rendemen Variabel 4 Lapis

Massa Feed = 3274,6 gram

Massa Rentetat = 310,3 gram

Massa Filtrat Total = 490,2 gram

Massa Feed Total = 310,3 + 490,2

= 800,5 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\%$$

$$= (490,2/800,5) \times 100\%$$

$$= 61,237 \%$$

- Perhitungan Rendemen Variabel 5 Lapis

Massa Feed = 3275,8 gram

Massa Rentetat = 381,8 gram

Massa Filtrat Total = 488,5 gram

Massa Feed Total = 381,8 + 488,5

= 870,3 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\%$$

= (488,5/870,3) x 100%

= 56,130 %

A.3 Perhitungan Kadar Air

Perhitungan kadar air dilakukan berdasarkan acuan SNI ... untuk tiap variabel. Pengujian dilakukan pada lima titik fluks dengan pengambilan sampel sebanyak tiga kali. Berdasarkan uji yang dilakukan di laboratorium didapatkan data berat kosong cawan porselen, berat sampel serta berat sampel dan cawan porselen setelah pemanasan. Berdasarkan data tersebut, kadar air dapat dihitung dengan menggunakan **Rumus A.1**.

$$\% \text{Kadar air} = \frac{b-(c-a)}{b} \times 100 \quad (\text{A.1})$$

Keterangan:

a = Berat kosong cawan porselen

b = Berat sampel

c = Berat sampel dan cawan porselen

- Variabel 1 lapis

Titik Fluks 1

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,018 gr

Sampel 2 = 3,011 gr

Sampel 3 = 3,023 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 95,433 gr

Sampel 2 = 67,503 gr

Sampel 3 = 104,677

Tabel A.6 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 1 Titik Fluks 1

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	97,359	97,348	97,347	36,183	36,547	36,581
Sampel 2	69,425	69,413	69,411	36,167	36,566	36,632
Sampel 3	106,607	106,593	106,592	36,156	36,619	36,652

Titik Fluks 2

Berat sampel:

Sampel 1 = 3.014 gr

Sampel 2 = 3,006 gr

Sampel 3 = 3,019 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 54,438 gr

Sampel 2 = 76,228 gr

Sampel 3 = 95,434 gr

Tabel A.7 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 1 Titik Fluks 2

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	54,989	54,982	54,979	48,540	48,772	48,872
Sampel 2	77,776	77,768	77,762	48,503	48,769	48,969
Sampel 3	96,989	96,978	96,975	48,493	48,857	48,957

Titik Fluks 3

Berat sampel:

Sampel 1 = 3.022 gr

Sampel 2 = 3,018 gr

Sampel 3 = 3,015 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 78,118 gr

Sampel 2 = 38,636 gr

Sampel 3 = 67,503 r

Tabel A.8 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 1 Titik Fluks 3

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	79,752	79,743	79,741	45,930	46,228	46,294
Sampel 2	40,265	40,259	40,257	46,024	46,223	46,289
Sampel 3	69,135	69,123	69,121	45,871	46,269	46,335

Titik Fluks 4

Berat sampel:

Sampel 1 = 3.036 gr

Sampel 2 = 3,024 gr

Sampel 3 = 3,017 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 70,295 gr

Sampel 2 = 53,438 gr

Sampel 3 = 95,434 gr

Tabel A.9 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 1 Titik Fluks 4

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	72,017	71,983	71,981	43,281	44,401	44,466
Sampel 2	55,137	55,128	55,126	43,816	44,114	44,180
Sampel 3	97,131	97,119	97,117	43,752	44,150	44,216

Titik Fluks 5

Berat sampel:

Sampel 1 = 3.007 gr

Sampel 2 = 3,036 gr

Sampel 3 = 3,013 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 66,234 gr

Sampel 2 = 104,472 gr

Sampel 3 = 38,636 gr

Titik Fluks 5

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	67,933	67,923	67,921	43,499	43,831	43,898
Sampel 2	106,177	106,165	106,163	43,655	44,052	44,118
Sampel 3	40,336	40,327	40,325	43,578	43,877	43,943

• Variabel 2

Titik Fluks 1

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,026 gr

Sampel 2 = 3,011 gr

Sampel 3 = 3,016 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 38,636 gr

Sampel 2 = 66,234 gr

Sampel 3 = 104,472 gr

Tabel A.11 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 2 Titik Fluks 1

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	40,335	40,326	40,325	43,853	44,151	44,184
Sampel 2	67,926	67,917	67,916	43,806	44,105	44,138
Sampel 3	106,168	106,157	106,155	43,767	44,131	44,198

Titik Fluks 2

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,014 gr

Sampel 2 = 3,033 gr

Sampel 3 = 3,015 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 53,438 gr

Sampel 2 = 70,295 gr

Sampel 3 = 95,434 gr

Tabel A.12 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 2 Titik Fluks 2

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	55,142	55,132	55,131	43,464	43,796	43,829
Sampel 2	72,008	71,997	71,996	43,521	43,884	43,917
Sampel 3	97,138	97,129	97,127	43,483	43,781	43,847

Titik Fluks 3

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,021 gr

Sampel 2 = 3,012 gr

Sampel 3 = 3,019 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 78,118 gr

Sampel 2 = 38,636 gr

Sampel 3 = 67,503 gr

Tabel A.13 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 2 Titik Fluks 3

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	79,858	79,848	79,847	42,403	42,734	42,767
Sampel 2	40,372	40,361	40,360	42,364	42,729	42,762
Sampel 3	69,243	69,233	69,231	42,365	42,696	42,763

Titik Fluks 4

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,032 gr

Sampel 2 = 3,021 gr

Sampel 3 = 3,014 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 70,295 gr

Sampel 2 = 50,438 gr

Sampel 3 = 95,434 gr

Tabel A.14 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 2 Titik Fluks 4

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam
	ke-1	ke-2	ke-3	ke-1	ke-2	ke-3
Sampel 1	72,073	72,064	72,063	41,359	41,656	41,689
Sampel 2	55,210	55,203	55,202	41,344	41,576	41,609
Sampel 3	97,201	97,194	97,193	41,374	41,606	41,639

Titik Fluks 5

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,002 gr

Sampel 2 = 3,026 gr

Sampel 3 = 3,013 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 66,234 gr

Sampel 2 = 104,472 gr

Sampel 3 = 38,636 gr

Tabel A.15 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 2 Titik Fluks 5

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam
	ke-1	ke-2	ke-3	ke-1	ke-2	ke-3
Sampel 1	68,012	68,002	68,001	40,773	41,106	41,139
Sampel 2	106,262	106,253	106,251	40,846	41,143	41,210
Sampel 3	40,419	40,408	40,407	40,823	41,188	41,221

• Variabel 3

Titik Fluks 1

Berat sampel:

Sampel 1 = 3.018 gr

Sampel 2 = 3,011 gr

Sampel 3 = 3,023 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 95,433 gr

Sampel 2 = 67,503 gr

Sampel 3 = 104,677 gr

Tabel A.16 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 3 Titik Fluks 1

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	97,359	97,348	97,347	36,183	36,547	36,581
Sampel 2	69,425	69,413	69,411	36,167	36,566	36,632
Sampel 3	106,607	106,593	106,592	36,156	36,619	36,652

Titik Fluks 2

Berat sampel:

Sampel 1 = 3.027 gr

Sampel 2 = 3,016 gr

Sampel 3 = 3,031 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,472 gr

Sampel 2 = 53,438 gr

Sampel 3 = 70,295 gr

Tabel A.17 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 3 Titik Fluks 2

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	106,415	106,406	106,405	35,811	36,108	36,141
Sampel 2	55,374	55,363	55,362	35,809	36,174	36,207
Sampel 3	72,241	72,231	72,230	35,797	36,127	36,160

Titik Fluks 3

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,031 gr

Sampel 2 = 3,033 gr

Sampel 3 = 3,015 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,679 gr

Sampel 2 = 70,295 gr

Sampel 3 = 95,434 gr

Tabel A.18 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 3 Titik Fluks 3

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam
	ke-1	ke-2	ke-3	ke-1	ke-2	ke-3
Sampel 1	106,646	106,636	106,635	35,104	35,434	35,467
Sampel 2	72,263	72,253	72,252	35,114	35,443	35,476
Sampel 3	97,391	97,381	97,380	35,091	35,423	35,456

Titik Fluks 4

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,023 gr

Sampel 2 = 3,014 gr

Sampel 3 = 3,016 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 67,505 gr

Sampel 2 = 78,118 gr

Sampel 3 = 38,636 gr

Tabel A.19 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 3 Titik Fluks 4

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam
	ke-1	ke-2	ke-3	ke-1	ke-2	ke-3
Sampel 1	69,494	69,482	69,481	34,204	34,601	34,634
Sampel 2	80,101	80,093	80,092	34,207	34,472	34,506

Sampel 3 40,620 40,612 40,611 34,218 34,483 34,516

Titik Fluks 5

Berat sampel:

Sampel 1 = 3.012 gr

Sampel 2 = 3,005 gr

Sampel 3 = 3,026 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 76,227 gr

Sampel 2 = 66,234 gr

Sampel 3 = 104,472 gr

Tabel A.20 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 3 Titik Fluks 5

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam
	ke-1	ke-2	ke-3	ke-1	ke-2	ke-3
Sampel 1	78,212	78,203	78,201	34,097	34,396	34,462
Sampel 2	68,214	68,202	68,201	34,110	34,509	34,542
Sampel 3	106,467	106,456	106,455	34,071	34,435	34,468

- Variabel 4

Titik Fluks 1

Berat sampel:

Sampel 1 = 3.004 gr

Sampel 2 = 3,019 gr

Sampel 3 = 3,027 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 95,433 gr

Sampel 2 = 67,503 gr

Sampel 3 = 104,677 gr

Tabel A.21 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 4 Titik Fluks 1

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		

	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	97,436	97,426	97,425	33,322	33,655	33,688
Sampel 2	69,515	69,507	69,506	33,355	33,620	33,654
Sampel 3	106,693	106,686	106,684	33,399	33,631	33,697

Titik Fluks 2

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,015 gr

Sampel 2 = 3,006 gr

Sampel 3 = 3,028 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,472 gr

Sampel 2 = 53,438 gr

Sampel 3 = 70,295 gr

Tabel A.22 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 4 Titik Fluks 2

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	106,512	106,502	106,501	32,338	32,670	32,703
Sampel 2	55,476	55,462	55,461	32,202	32,668	32,701
Sampel 3	72,343	72,335	72,334	32,365	32,629	32,662

Titik Fluks 3

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,003 gr

Sampel 2 = 3,019 gr

Sampel 3 = 3,014 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,679 gr

Sampel 2 = 70,295 gr

Sampel 3 = 95,434 gr

Tabel A.23 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 4 Titik Fluks 3

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	106,747	106,736	106,735	31,136	31,502	31,535
Sampel 2	72,374	72,365	72,364	31,136	31,434	31,467
Sampel 3	97,510	97,502	97,501	31,121	31,387	31,420

Titik Fluks 4

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,001 gr

Sampel 2 = 3,012 gr

Sampel 3 = 3,025 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 67,505 gr

Sampel 2 = 78,118 gr

Sampel 3 = 38.636 gr

Tabel A.24 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 4 Titik Fluks 4

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	69,587	69,574	69,573	30,623	31,056	31,090
Sampel 2	80,209	80,195	80,193	30,578	31,042	31,109
Sampel 3	40,732	40,724	40,722	30,711	30,975	31,041

Titik Fluks 5

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,013 gr

Sampel 2 = 3,006 gr

Sampel 3 = 3,027 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 76,227 gr

Sampel 2 = 66,234 gr

Sampel 3 = 104,472 gr

Tabel A.25 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 4 Titik Fluks 5

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam
	ke-1	ke-2	ke-3	ke-1	ke-2	ke-3
Sampel 1	78,341	78,332	78,331	29,837	30,136	30,169
Sampel 2	68,342	68,334	68,333	29,874	30,140	30,173
Sampel 3	106,596	106,586	106,584	29,832	30,162	30,228

• Variabel 5

Titik Fluks 1

Berat sampel:

Sampel 1 = 3.003 gr

Sampel 2 = 3,017 gr

Sampel 3 = 3,022 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 95,433 gr

Sampel 2 = 67,503 gr

Sampel 3 = 104,677 gr

Tabel A.26 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 5 Titik Fluks 1

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam	1 Jam
	ke-1	ke-2	ke-3	ke-1	ke-2	ke-3
Sampel 1	97,525	97,516	97,514	30,336	30,636	30,703
Sampel 2	69,605	69,594	69,593	30,328	30,693	30,726
Sampel 3	106,783	106,774	106,772	30,311	30,609	30,675

Titik Fluks 2

Berat sampel:

Sampel 1 = 3.014 gr

Sampel 2 = 3,023 gr

Sampel 3 = 3,018 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,472 gr

Sampel 2 = 53,438 gr

Sampel 3 = 70,295 gr

Tabel A.27 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 5 Titik Fluks 2

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	106,598	106,587	106,585	29,463	29,827	29,894
Sampel 2	55,569	55,557	55,556	29,507	29,904	29,937
Sampel 3	72,422	72,414	72,413	29,523	29,788	29,821

Titik Fluks 3

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,029 gr

Sampel 2 = 3,016 gr

Sampel 3 = 3,002 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,679 gr

Sampel 2 = 70,295 gr

Sampel 3 = 95,434 gr

Tabel A.28 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 5 Titik Fluks 3

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	106,857	106,845	106,844	28,095	28,491	28,524
Sampel 2	72,462	72,453	72,452	28,150	28,448	28,481
Sampel 3	97,593	97,582	97,582	28,081	28,448	28,448

Titik Fluks 4

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,012 gr

Sampel 2 = 3,009 gr

Sampel 3 = 3,026 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 67,505 gr

Sampel 2 = 78,118 gr

Sampel 3 = 38,636 gr

Tabel A.29 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 5 Titik Fluks 4

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	69,687	69,675	69,674	27,556	27,955	27,988
Sampel 2	80,298	80,285	80,284	27,551	27,983	28,016
Sampel 3	40,828	40,817	40,816	27,561	27,925	27,958

Titik Fluks 5

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,008 gr

Sampel 2 = 3,021 gr

Sampel 3 = 3,025 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 76,227 gr

Sampel 2 = 66,234 gr

Sampel 3 = 104,472 gr

Tabel A.30 Hasil Perhitungan Kadar Air Variabel 5 Titik Fluks 5

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	78,422	78,412	78,411	27,028	27,360	27,394
Sampel 2	68,438	68,428	68,427	27,044	27,375	27,408
Sampel 3	106,679	106,668	106,667	27,041	27,405	27,438

A.4 Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Pada penelitian ini uji BNT dilakukan sebanyak dua kali. Pengujian pertama dilakukan pada kadar akhir air sampel 1, 2 dan 3 tiap variabel pada tiap titik fluks, ditujukan untuk mencari titik dengan hasil tidak berbeda nyata hasil tersebut kemudian dilakukan uji BNT selanjutnya. Pengujian selanjutnya dilakukan antar variabel dengan kadar akhir yang terbukti tidak berbeda nyata pada uji BNT sebelumnya. Uji BNT yang kedua dilakukan untuk mencari variabel perlakuan jumlah lapisan mana yang paling berbeda nyata.

Sebelum dilakukan perhitungan dilakukan Analisa ANOVA *Single Factor* untuk mencari nilai yang digunakan untuk menghitung nilai BNT dengan menggunakan Aplikasi Microsoft Excel. Nilai BNT dapat kemudian dihitung dengan Rumus A.2.

$$BNT_{\alpha} = (t_{\alpha, dfe}) \cdot \sqrt{\frac{2(MSE)}{r}} \quad (A.2)$$

• Uji BNT Variabel 1 Lapis

Analisis ANOVA:

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	109,5319	4	27,38298117	2069,531	1,53E-14	3,47805
Within Groups	0,232315	10	0,0232315			
Total	109,7642	14				

3. $MS_E = 0,0232315$

4. $T_{(\alpha, dfe)} = 2,633766916$

$\alpha = 0,025$

$dfe = 10$

5. $r = 3$

BNT = 0,327770779

Tabel A.31 Data Uji BNT Variabel 1 Lapis

Perlakuan	Kadar Air (Valid)	Kadar Air+BNT	Notasi
Titik 1	50,98784973	51,31562051	d
Titik 2	48,93242278	49,26019356	c
Titik 3	46,3059233	46,63369408	b
Titik 4	44,28746869	44,61523947	a
Titik 5	43,98604448	44,31381526	a

• Uji BNT Variabel 2 Lapis

Analisis ANOVA:

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	20,75507	4	5,188767425	3854,509	6,86E-16	3,47805
Within Groups	0,493462	10	0,049346155			
Total	21,24853	14				

1. $MS_E = 0,049346155$
2. $T_{(\alpha, dfe)} = 2,633766916$
- $\alpha = 0,025$
- $dfe = 10$
3. $r = 3$
- BNT = 0,47703441**

Tabel A.32 Data Uji BNT Variabel 2 Lapis

Perlakuan	Kadar Air	Kadar Air+BNT	Notasi
Titik 1	44,17317124	44,65087468	c
Titik 2	43,8643808	44,34208424	c
Titik 3	42,76402798	43,24173142	b
Titik 4	41,64547037	42,12317381	a
Titik 5	41,19004402	41,66774746	a

• **Uji BNT Variabel 3 Lapis**

Analisis ANOVA:

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	10,84957	4	2,712391	1390,869	1,11E-13	4,468342
Within Groups	0,019501	10	0,00195			
Total	10,86907	14				

1. $MS_E = 0,00195$
2. $T_{(\alpha, dfe)} = 2,633767$
- $\alpha = 0,025$
- $dfe = 10$
3. $r = 3$
- BNT = 0,094965**

Tabel A.33 Data Uji BNT Variabel 3 Lapis

Perlakuan	Kadar Air	Kadar Air+BNT	Notasi
Titik 1	36,62173	36,7167	d
Titik 2	36,16932	36,26429	c
Titik 3	35,46644	35,56141	b
Titik 4	34,55201	34,64697	a
Titik 5	34,49084	34,58581	a

• **Uji BNT Variabel 4 Lapis**

Analisis ANOVA:

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	22,60975	4	5,652438	4213,266	4,4E-16	4,468342
Within Groups	0,373416	10	0,037342			
Total	22,98317	14				

1. $MS_E = 0,037342$

2. $T_{(\alpha, dfe)} = 2,633767$

$\alpha = 0,025$

$dfe = 10$

3. $r = 3$

BNT = 0,415555

Tabel A.34 Data Uji BNT Variabel 4 Lapis

Perlakuan	Kadar Air	Kadar Air+BNT	Notasi
Titik 1	33,67956	34,09511	d
Titik 2	32,68875	33,1043	c
Titik 3	31,47418	31,88974	b
Titik 4	31,07995	31,49551	b
Titik 5	30,19007	30,60562	a

• Uji BNT Variabel 5 Lapis

Analisis ANOVA:

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	22,28581	4	5,571453	4024,505	5,53E-16	4,468342
Within Groups	0,613844	10	0,061384			
Total	22,89965	14				

1. $MS_E = 0,061384$

2. $T_{(\alpha, dfe)} = 2,633767$

$\alpha = 0,025$

$dfe = 10$

3. $r = 3$

BNT = 0,532796

Tabel A.35 Data Hasil Uji BNT Variabel 5 Lapis

Perlakuan	Kadar Air	Kadar Air+BNT	Notasi
Titik 1	30,70119	31,23398	d
Titik 2	29,88402	30,41681	c
Titik 3	28,48447	29,01726	b
Titik 4	27,98723	28,52003	b
Titik 5	27,41326	27,94605	a

• Uji BNT antarvariabel

Analisis ANOVA:

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	543,2455	4	135,8114	34753,18	1,16E-20	3,47805
Within Groups	0,039079	10	0,003908			
Total	543,2846	14				

1. $MS_E = 0,003908$

2. $T_{(\alpha, dfe)} = 2,633767$

$\alpha = 0,025$

$dfe = 10$

3. $r = 3$

BNT = 0,134432

Tabel A.36 Data Hasil Uji BNT antar Variabel

Perlakuan	Kadar Air	Kadar Air+BNT	Notasi
Variable 1	43,98604	44,12048	e
Variable 2	41,19004	41,32448	d
Variable 3	34,49084	34,62527	c
Variable 4	31,07995	31,21438	b
Variable 5	27,98723	28,12167	a

Lampiran B. Lampiran Perhitungan Persiapan Feed Pemurnian

Umpan variabel tiga lapis memiliki kadar air sebesar 34,62%. Nilai tersebut harus diturunkan hingga mencapai 10-15% sebelum dijadikan feed pada proses pemurnian. Oleh karena itu, umpan variabel tiga harus melalui proses pemisahan air terlebih dahulu hingga mencapai kadar yang diinginkan. Proses pemisahan dilakukan secara seri sebanyak dua kali dan tiga kali pengulangan.

B.1 Perhitungan Kadar Air Feed Santan

• Dua Kali Pengulangan

Berat sampel:

Sampel 1 = 10,008 gr

Sampel 2 = 10,011 gr

Sampel 3 = 10,007 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 70,123 gr

Sampel 2 = 39,774 gr

Sampel 3 = 40,229 gr

Tabel B.1 Hasil Perhitungan Kadar Feed Santan

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air		
	Pemanasan					
	3 Jam ke-1	3 Jam ke-2	3 Jam ke-3	3 Jam ke-1	3 Jam ke-2	3 Jam ke-3
Sampel 1	74,011	73,896	73,893	0,612	0,623	0,623
Sampel 2	43,667	43,526	43,524	0,611	0,625	0,625
Sampel 3	44,118	44,023	44,02	0,611	0,621	0,621

• **Tiga Kali Pengulangan**

Berat sampel:

Sampel 1 = 10,011 gr

Sampel 2 = 10,016 gr

Sampel 3 = 10,003 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 70,134 gr

Sampel 2 = 39,791 gr

Sampel 3 = 40,233 gr

Tabel B.2 Hasil Perhitungan Kadar Feed Santan

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air		
	Pemanasan					
	3 Jam ke-1	3 Jam ke-2	3 Jam ke-3	3 Jam ke-1	3 Jam ke-2	3 Jam ke-3
Sampel 1	74,023	73,902	73,899	0,612	0,624	0,624
Sampel 2	43,687	43,548	43,546	0,611	0,625	0,625
Sampel 3	44,119	43,987	43,985	0,612	0,625	0,625

B.2 Perhitungan Fluks dan Rendemen

Perhitungan fluks dilakukan berdasarkan persamaan (3.1) yang didapatkan dengan melakukan pembagian nilai gradien garis dari persamaan persamaan linear perubahan volume permeat tiap satuan waktu dengan luas permukaan membran yakni sebesar 112 cm^2 .

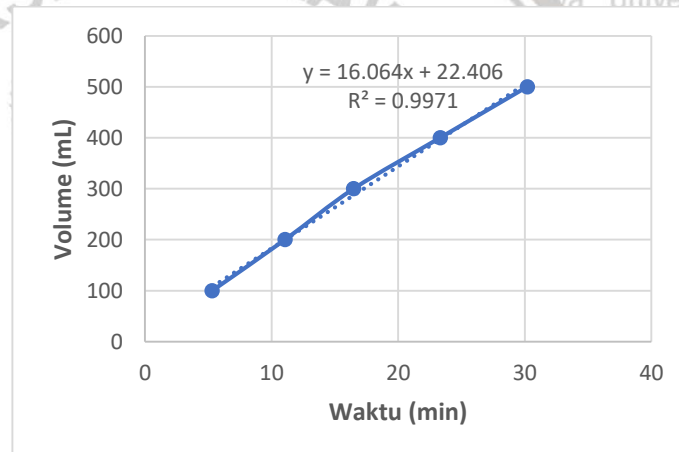
- **Dua Kali Pengulangan**

Fluks Pengulangan Pertama

Tabel B3. Data Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu

Pengulangan Pertama

V (ml)	t (menit)
100	5,31
200	11,06
300	16,49
400	23,33
500	30,21



Gambar B1. Grafik Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu

Pengulangan Pertama

$$A = 112 \text{ cm}^2$$

$$V/t \text{ (Gradien)} = 16,064 \text{ mL/menit}$$

$$J = \frac{V}{A \cdot t}$$

$$= 112 \times 16,064$$

$$= 0,143429 \text{ mL/cm}^2 \cdot \text{menit}$$

$$= 86,05714 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

Rendemen Pengulangan Pertama

$$\text{Massa Feed} = 10782,7 \text{ gram}$$

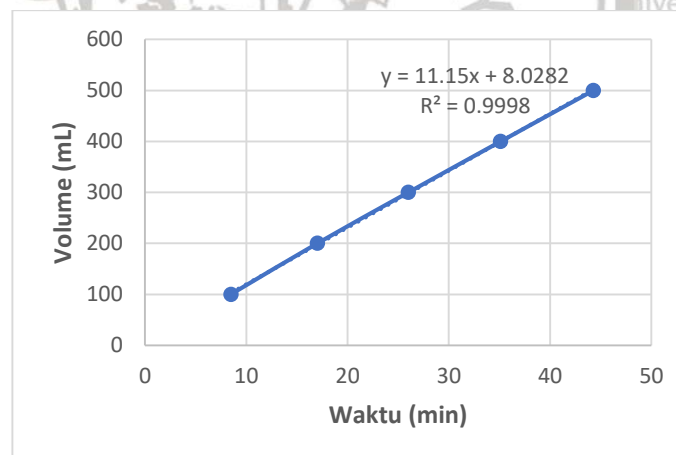
$$\text{Massa Rentetat} = 3345,4 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Filtrat Total} &= 6840,8 \text{ gram} \\ \text{Massa Feed Total} &= 3345,5 + 6840,8 \\ &= 10186,2 \text{ gram} \\ \text{Rendemen} &= \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\% \\ &= (6840,8/10186,2) \times 100\% \\ &= 67,16\% \end{aligned}$$

Fluks Pengulangan Kedua

Tabel B4. Data Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu

Pengulangan Kedua	
V (ml)	t (menit)
100	8,49
200	17,03
300	26,01
400	35,12
500	44,28



Gambar B2. Grafik Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu

Pengulangan Kedua

$$\begin{aligned} A &= 112 \text{ cm}^2 \\ V/t \text{ (Gradien)} &= 11,15 \text{ mL/menit} \\ J &= \frac{V}{A \times t} \\ &= 112 \times 11,15 \\ &= 0,099554 \text{ mL/cm}^2 \cdot \text{menit} \\ &= 59,73214 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam} \end{aligned}$$

Rendemen Pengulangan Kedua

Massa Feed = 6836,4 gram

Massa Rentetat = 2643,5 gram

Massa Filtrat Total = 4192,9 gram

Massa Feed Total = 2643,5 + 4192,9

= 6836,4 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\%$$

$$= (4192,9/6836,4) \times 100\%$$

$$= 61,332 \%$$

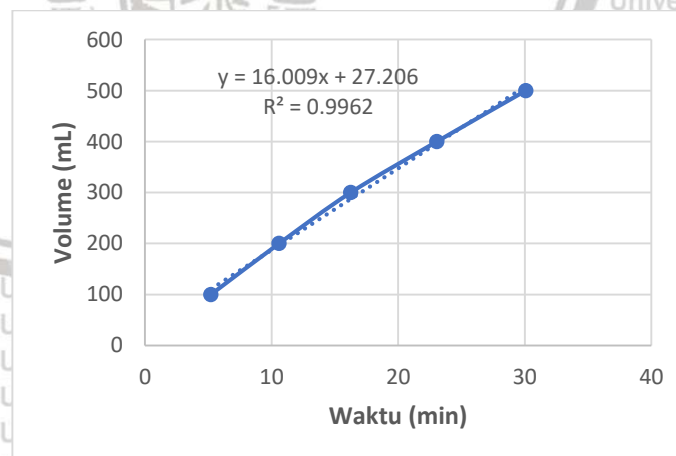
• Tiga Kali Pengulangan

Fluks Pengulangan Pertama

Tabel B5. Data Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu

Pengulangan Pertama

V (ml)	t (menit)
100	5,21
200	10,59
300	16,25
400	23,06
500	30,09



Gambar B6. Grafik Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu

Pengulangan Pertama

$$A = 112 \text{ cm}^2$$

$$V/t \text{ (Gradien)} = 16,009 \text{ mL/menit}$$

$$J = \frac{V}{A \cdot t}$$

$$= 112 \times 16,009$$

$$= 0,1429375 \text{ ml/cm}^2 \cdot \text{menit}$$

$$= 85,7625 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

Rendemen Pengulangan Pertama

Massa Feed = 22893,7 gram

Massa Rentetat = 7087 gram

Massa Filtrat Total = 14491,5 gram

Massa Feed Total = 7087 + 14491,5

= 21578,5 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\%$$

$$= (14491,5 / 21578,5) \times 100\%$$

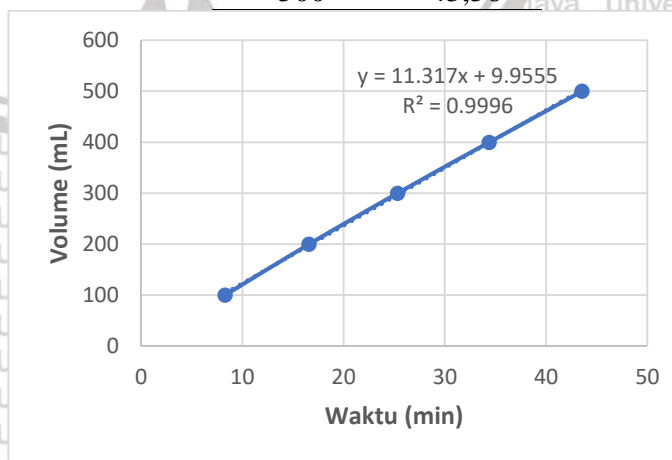
$$= 67,157\%$$

Fluks Pengulangan Kedua

Tabel B7. Data Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu

Pengulangan Kedua

V (ml)	t (menit)
100	8,29
200	16,59
300	25,33
400	34,38
500	43,56



Gambar B4. Grafik Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu

Pengulangan Kedua

$$A = 112 \text{ cm}^2$$

$$V/t \text{ (Gradien)} = 11,317 \text{ mL/menit}$$

$$J = \frac{V}{A \cdot t}$$

$$= 112 \times 11,317$$

$$= 0,1010446 \text{ mL/cm}^2 \cdot \text{menit}$$

$$= 60,626786 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

Rendemen Pengulangan Kedua

Massa Feed = 14491,5 gram

Massa Rentetat = 5266,2 gram

Massa Filtrat Total = 8362,1 gram

Massa Feed Total = 5266,2 + 8362,1

= 13628,3 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\%$$

$$= (8362,1 / 13628,3) \times 100\%$$

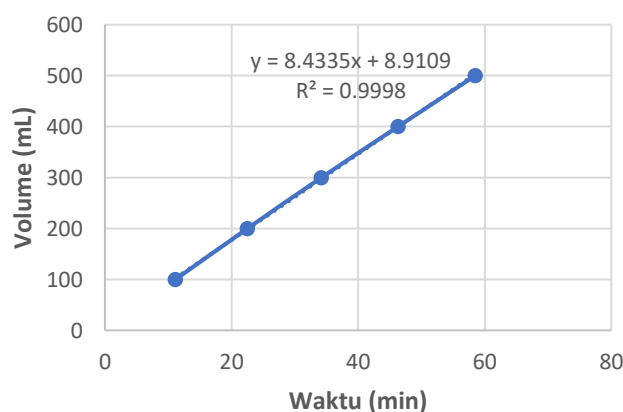
$$= 61,358\%$$

Fluks Pengulangan Ketiga

Tabel B8. Data Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu

Pengulangan Ketiga

V (ml)	t (menit)
100	11,11
200	22,5
300	34,19
400	46,29
500	58,49



Gambar B5. Grafik Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu Pengulangan Ketiga

$$A = 112 \text{ cm}^2$$

$$V/t \text{ (Gradien)} = 8,4335 \text{ mL/menit}$$

$$J = \frac{V}{A \times t}$$

$$= 112 \times 8,4335$$

$$= 0,00752991 \text{ mL/cm}^2 \cdot \text{menit}$$

$$= 45.179464 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

Rendemen Pengulangan Ketiga

$$\text{Massa Feed} = 8362,1 \text{ gram}$$

$$\text{Massa Rentetat} = 3459,9 \text{ gram}$$

$$\text{Massa Filtrat Total} = 4300,9 \text{ gram}$$

$$\text{Massa Feed Total} = 3459,9 + 4300,9$$

$$= 7760,8 \text{ gram}$$

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\%$$

$$= (4300,9 / 7760,8) \times 100\%$$

$$= 55,418\%$$

B.3 Perhitungan Kadar Air

• Dua Kali Pengulangan

Titik Fluks 1

Berat sampel:

$$\text{Sampel 1} = 3,011 \text{ gr}$$

$$\text{Sampel 2} = 3,017 \text{ gr}$$

$$\text{Sampel 3} = 3,013 \text{ gr}$$

Berat kosong cawan:

$$\text{Sampel 1} = 95,325 \text{ gr}$$

$$\text{Sampel 2} = 67,492 \text{ gr}$$

$$\text{Sampel 3} = 103,412 \text{ gr}$$

Tabel B9. Hasil Perhitungan Kadar Air Titik Fluks 1

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	97,717	97,705	97,703	20,558	20,956	21,023
Sampel 2	69,892	69,88	69,878	20,451	20,849	20,915
Sampel 3	105,803	105,795	105,793	20,644	20,909	20,976

Titik Fluks 2

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,016 gr

Sampel 2 = 3,013 gr

Sampel 3 = 3,024 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,472 gr

Sampel 2 = 53,438 gr

Sampel 3 = 70,295 gr

Tabel B10. Hasil Perhitungan Kadar Air Titik Fluks 2

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	106,861	106,856	106,854	20,789	20,955	21,021
Sampel 2	55,835	55,823	55,821	20,445	20,843	20,909
Sampel 3	72,698	72,686	72,685	20,536	20,933	20,966

Titik Fluks 3

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,031 gr

Sampel 2 = 3,033 gr

Sampel 3 = 3,015 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,687 gr

Sampel 2 = 70,301 gr

Sampel 3 = 95,438 gr

Tabel B11. Hasil Perhitungan Kadar Air Titik Fluks 3

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	107,096	107,083	107,081	20,521	20,950	21,016
Sampel 2	72,714	72,672	72,7	20,442	21,827	20,903
Sampel 3	97,826	97,822	97,821	20,796	20,929	20,962

Titik Fluks 4

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,021 gr

Sampel 2 = 3,017 gr

Sampel 3 = 3,017 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 67,505 gr

Sampel 2 = 70,301 gr

Sampel 3 = 38,636 gr

Tabel B12. Hasil Perhitungan Kadar Air Titik Fluks 4

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	69,903	69,894	69,892	20,622	20,920	20,986
Sampel 2	80,518	80,506	80,505	20,451	20,849	20,882
Sampel 3	41,035	41,023	41,021	20,484	20,882	20,948

Titik Fluks 5

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,009 gr

Sampel 2 = 3,007 gr

Sampel 3 = 3,029 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 76,227 gr

Sampel 2 = 66,234 gr

Sampel 3 = 104,472 gr

Tabel B13. Hasil Perhitungan Kadar Air Titik Fluks 5

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	78,619	78,608	78,605	20,505	20,871	20,970
Sampel 2	68,626	68,616	68,615	20,452	20,785	20,818
Sampel 3	106,87	106,869	106,867	20,832	20,865	20,931

• **Tiga Kali Pengulangan
Titik Fluks 1**

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,017 gr

Sampel 2 = 3,022 gr

Sampel 3 = 3,012 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 95,216 gr

Sampel 2 = 67,414 gr

Sampel 3 = 101,917 gr

Tabel B14. Hasil Perhitungan Kadar Air Titik Fluks 1

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	97,801	97,795	97,792	14,319	14,518	14,617
Sampel 2	70,012	70,001	69,998	14,030	14,394	14,494
Sampel 3	104,496	104,488	104,486	14,376	14,641	14,708

Titik Fluks 2

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,021 gr

Sampel 2 = 3,016 gr

Sampel 3 = 3,013 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,319 gr

Sampel 2 = 53,507 gr

Sampel 3 = 69,996 gr

Tabel B15. Hasil Perhitungan Kadar Air Titik Fluks 2

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	106,913	106,901	106,899	14,134	14,532	14,598
Sampel 2	56,097	56,088	56,086	14,125	14,423	14,489
Sampel 3	72,579	72,568	72,566	14,271	14,637	14,703

Titik Fluks 3

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,026 gr

Sampel 2 = 3,012 gr

Sampel 3 = 3,018 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 103,865 gr

Sampel 2 = 70,221 gr

Sampel 3 = 94,838 gr

Tabel B16 Hasil Perhitungan Kadar Air Titik Fluks 3

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	106,465	106,452	106,45	14,078	14,508	14,574
Sampel 2	72,811	72,799	72,797	14,011	14,409	14,475
Sampel 3	97,428	97,415	97,413	14,182	14,612	14,679

Titik Fluks 4

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,014 gr

Sampel 2 = 3,016 gr

Sampel 3 = 3,024 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 67,505 gr

Sampel 2 = 78,118 gr

Sampel 3 = 38,636 gr

Tabel B17. Hasil Perhitungan Kadar Air Titik Fluks 4

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	70,096	70,084	70,081	14,035	14,433	14,532
Sampel 2	80,713	80,701	80,699	13,959	14,357	14,423
Sampel 3	41,235	41,22	41,218	14,054	14,550	14,616

Titik Fluks 5

Berat sampel:

Sampel 1 = 3,01 gr

Sampel 2 = 3,013 gr

Sampel 3 = 3,018 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 76,712 gr

Sampel 2 = 66,012 gr

Sampel 3 = 104,516 gr

Tabel B18. Hasil Perhitungan Kadar Air Titik Fluks 5

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	79,302	79,288	79,286	13,953	14,419	14,485
Sampel 2	68,609	68,594	68,593	13,807	14,305	14,338
Sampel 3	107,111	107,096	107,094	14,016	14,513	14,579

Analisis BNt Kadar Air Pengulangan 3 Kali:

Tabel Anova:

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,039677	4	0,009919233	0,862162	0,518742	4,468342
Within Groups	0,115051	10	0,011505067			
Total	0,154728	14				
1. $MS_E = 0,011505067$						
2. $T_{(\alpha, df_e)} = 2,633767$						

$$\alpha = 0,025$$

$$dfe = 10$$

$$3. r = 3$$

$$\text{BNT} = 0,230662119$$

Tabel B19. Data Uji BNT Kadar Air Pengulangan 3 Kali

Perlakuan	Kadar Air (Valid)	Kadar Air+BNT	Notasi
Titik 1	14,60633333	14,83699545	abcd
Titik 2	14,59366667	14,82432879	abcd
Titik 3	14,576	14,80666212	abc
Titik 4	14,52366667	14,75432879	ab
Titik 5	14,46733333	14,69799545	a

Lampiran C. Lampiran Perhitungan Pemurnian

C.1 Perhitungan Fluks dan Rendemen VCO Crude

Perhitungan fluks dilakukan berdasarkan persamaan (3.1) yang didapatkan dengan melakukan pembagian nilai gradien garis dari persamaan persamaan linear perubahan volume permeat tiap satuan waktu dengan luas permukaan membran yakni sebesar 112 cm².

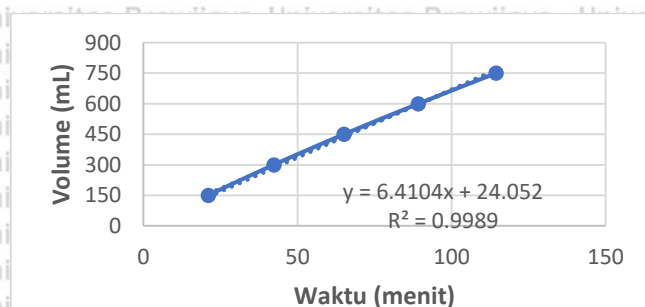
- Pemurnian Tanpa Pengulangan**

Perhitungan Fluks:

Tabel C1. Data Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu

Percobaan Pertama

V (ml)	t (menit)
100	21,03
200	42,36
300	65,14
400	89,24
500	114,46



Gambar C1. Grafik Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu Percobaan Pertama

$$A = 112 \text{ cm}^2$$

$$V/t \text{ (Gradien)} = 6,4104 \text{ mL/menit}$$

$$J = \frac{V}{A \cdot t}$$

$$= 112 \times 6,4104$$

$$= 0,0572357 \text{ mL/cm}^2 \cdot \text{menit}$$

$$= 34,341429 \text{ L/m}^2 \cdot \text{jam}$$

Perhitungan Rendemen:

Massa Feed = 4300,9 gram

Massa Rentetat = 27931,1 gram

Massa Filtrat Total = 743,4 gram

Massa Feed Total = 27931,1 + 743,3

= 3536,5 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\%$$

$$= (743,4/3536,5) \times 100\%$$

$$= 21,021 \%$$

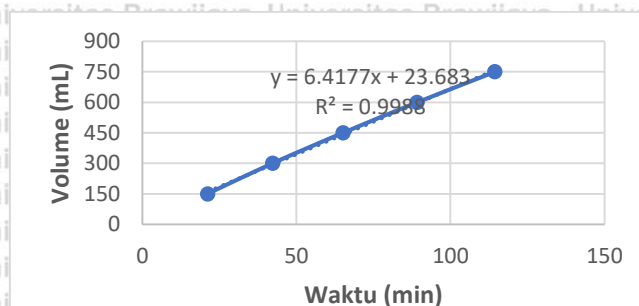
• Pemurnian Dengan Pengulangan

Perhitungan Fluks

Tabel C2. Data Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu

Pengulangan Pertama

V (ml)	t (menit)
150	21,16
300	42,26
450	65,11
600	89,19
750	114,42



Gambar C2. Grafik Perubahan Volume Permeat tiap Satuan Waktu
Percobaan Pertama

Perhitungan Rendemen:

Massa Feed = 3579 gram

Massa Rentetat = 2795,5 gram

Massa Filtrat Total = 737,8 gram

Massa Feed Total = 2795,5 + 737,8

= 3533,3 gram

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Massa Filtrat Total}}{\text{Massa Feed Total}} \times 100\%$$

$$= (737,8/3533,3) \times 100\%$$

$$= 20,881 \%$$

C.2 Perhitungan Selektivitas

Perhitungan selektivitas dilakukan berdasarkan persamaan (3.4) dengan menghitung data kadar air sebelum dan sesudah proses pemurnian.

- **Pemurnian Tanpa Pengulangan**

Tabel C3. Data Kadar Air Feed dan Permeat

Data	Kadar Air	Kadar Air Permeat		
	Feed	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Titik 1	14,606	0,979	0,976	0,975
Titik 2	14,597	0,979	0,976	0,977
Titik 3	14,576	0,997	0,999	0,994
Titik 4	14,524	1,040	1,057	1,075
Titik 5	14,467	1,077	1,099	1,074

Tabel C4. Hasil Perhitungan Selektivitas

Data	Selektivitas			Rata-Rata (%)
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
Titik 1	0,93296	0,93316	0,93327	93,31280
Titik 2	0,93290	0,93312	0,93305	93,30223
Titik 3	0,93160	0,93148	0,93178	93,16168
Titik 4	0,92841	0,92719	0,92601	92,72031
Titik 5	0,92554	0,92406	0,92575	92,51170

Analisa BNt Selektivitas Pemurnian Tanpa Pengulangan

Tabel ANOVA:

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,000135	4	3,3737E-05	72,80993	2,35E-07	4,468342

Within Groups	4,63E-06	10	4,63358E-07
Total	0,00014	14	

1. $MS_E = 4,63358E-07$

2. $T(\alpha, dfe) = 2,633767$

$\alpha = 0,025$

$dfe = 10$

3. $r = 3$

$BNT = 0,001463828$

Tabel C5. Data Uji BNT Selektivitas Membran Pemurnian Tanpa Pengulangan

Perlakuan	Selektivitas	Selektivitas+BNT	Notasi
Titik 1	0,932484432	0,93394826	d
Titik 2	0,932421693	0,93388552	cd
Titik 3	0,931102012	0,932565839	c
Titik 4	0,926916868	0,928380696	b
Titik 5	0,925115085	0,926578913	a

- Pemurnian Dengan Pengulangan**

Tabel C6. Data Kadar Air Feed dan Permeat

Data	Kadar Air	Kadar Air Permeat		
	Feed	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Titik 1	1,091	0,980	0,958	0,976
Titik 2	1,091	0,979	0,979	0,957
Titik 3	1,091	0,980	0,998	0,995
Titik 4	1,091	1,059	1,036	1,057
Titik 5	1,091	1,079	1,076	1,074

Tabel C7. Hasil Perhitungan Selektivitas

Data	Selektivitas			Rata-Rata (%)
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
Titik 1	0,10192	0,12236	0,10550	10,99249
Titik 2	0,10228	0,10282	0,12305	10,93844
Titik 3	0,10192	0,08560	0,08797	9,18318
Titik 4	0,02900	0,05035	0,03113	3,68263
Titik 5	0,01087	0,01383	0,01540	1,33677

C.3 Perhitungan Kadar Air

Perhitungan kadar air dilakukan berdasarkan acuan SNI. Pengujian dilakukan pada lima titik fluks dengan pengambilan sampel sebanyak tiga kali dengan percobaan sebanyak tiga kali. Berdasarkan uji yang dilakukan di

laboratorium didapatkan data berat kosong cawan porselen, berat sampel serta berat sampel dan cawan porselen setelah pemanasan. Berdasarkan data tersebut, kadar air dapat dihitung dengan menggunakan **Rumus A.1.**

• **Pemurnian Tanpa Pengulangan**

Titik Fluks 1

Berat sampel:

Sampel 1 = 5,004 gr

Sampel 2 = 5,019 gr

Sampel 3 = 5,027 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 95,433 gr

Sampel 2 = 67,503 gr

Sampel 3 = 104,677 gr

Tabel C8. Hasil Perhitungan Kadar Air Pemurnian Tanpa Pengulangan

Data	Titik Fluks 1					
	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	100,398	100,389	100,388	0,779	0,959	0,979
Sampel 2	72,483	72,474	72,473	0,777	0,956	0,976
Sampel 3	109,665	109,656	109,655	0,776	0,955	0,975

Titik Fluks 2

Berat sampel:

Sampel 1 = 5,003 gr

Sampel 2 = 5,019 gr

Sampel 3 = 5,014 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,679 gr

Sampel 2 = 70,295 gr

Sampel 3 = 95,434 gr

Tabel C9. Hasil Perhitungan Kadar Air Pemurnian Tanpa Pengulangan

Data	Titik Fluks 2					
	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	109,643	109,634	109,633	0,780	0,959	0,979
Sampel 2	75,275	75,266	75,265	0,777	0,956	0,976
Sampel 3	100,409	100,401	100,399	0,778	0,937	0,977

Titik Fluks 3

Berat sampel:

Sampel 1 = 5,015 gr

Sampel 2 = 5,006 gr

Sampel 3 = 5,028 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,472 gr

Sampel 2 = 53,438 gr

Sampel 3 = 70,295 gr

Tabel C10. Hasil Perhitungan Kadar Air Pemurnian Tanpa Pengulangan

Data	Titik Fluks 3					
	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	109,446	109,438	109,437	0,818	0,977	0,997
Sampel 2	58,403	58,395	58,394	0,819	0,979	0,999
Sampel 3	75,282	75,274	75,273	0,815	0,975	0,994

Titik Fluks 4

Berat sampel:

Sampel 1 = 5,001 gr

Sampel 2 = 5,012 gr

Sampel 3 = 5,025 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 67,505 gr

Sampel 2 = 78,118 gr

Sampel 3 = 38,636 gr

Tabel C11. Hasil Perhitungan Kadar Air Pemurnian Tanpa Pengulangan

Titik Fluks 4

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	72,464	72,456	72,454	0,840	1,000	1,040
Sampel 2	83,088	83,079	83,077	0,838	1,018	1,057
Sampel 3	43,619	43,609	43,607	0,836	1,035	1,075

Titik Fluks 5

Berat sampel:

Sampel 1 = 5,013 gr

Sampel 2 = 5,006 gr

Sampel 3 = 5,027 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 76,227 gr

Sampel 2 = 66,234 gr

Sampel 3 = 104,472 gr

Tabel C12. Hasil Perhitungan Kadar Air Pemurnian Tanpa Pengulangan

Titik Fluks 5

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3
Sampel 1	81,197	81,188	81,186	0,858	1,037	1,077
Sampel 2	71,197	71,187	71,185	0,859	1,059	1,099
Sampel 3	109,456	109,447	109,445	0,855	1,034	1,074

Analisis BNT Kadar Air Permurnian Tanpa Pengulangan

Tabel ANOVA:

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
---------------------	----	----	----	---	---------	--------

Between Groups	0,028789	4	0,007197301	72,80993	07	4,468342
Within Groups	0,000989	10	9,88505E-05			
Total	0,029778	14				

1. $MS_E = 9,88505E-05$

2. $T(\alpha, dfe) = 2,633767$

$\alpha = 0,025$

$dfe = 10$

3. $r = 3$

BNT = 0,021380665

Tabel C13. Data Uji BNT Kadar Air Pemurnian Tanpa Pengulangan

Perlakuan	Kadar Air (Valid)	Kadar Air+BNT	Notasi
Titik 1	0,976747716	0,998128381	a
Titik 2	0,977655371	0,999036036	ab
Titik 3	0,996747199	1,018127864	ab
Titik 4	1,057293666	1,078674331	c
Titik 5	1,083360063	1,104740728	d

• **Pemurnian Dengan Pengulangan**

Titik Fluks 1

Berat sampel:

Sampel 1 = 5,001 gr

Sampel 2 = 5,013 gr

Sampel 3 = 5,021 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,472 gr

Sampel 2 = 53,438 gr

Sampel 3 = 70,295 gr

Tabel C14. Hasil Perhitungan Kadar Air Pemurnian Dengan Pengulangan

Titik Fluks 1

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke- 1	1 Jam ke- 2	1 Jam ke- 3
Sampel 1	109,437	109,425	109,424	0,720	0,960	0,980
Sampel 2	58,415	58,405	58,403	0,718	0,918	0,958
Sampel 3	75,279	75,268	75,267	0,737	0,956	0,976

Titik Fluks 2

Berat sampel:

Sampel 1 = 5,003 gr

Sampel 2 = 5,006 gr

Sampel 3 = 5,017 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 76,227 gr

Sampel 2 = 66,234 gr

Sampel 3 = 104,472 gr

Tabel C15. Hasil Perhitungan Kadar Air Pemurnian Dengan Pengulangan

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke- 1	1 Jam ke- 2	1 Jam ke- 3
Sampel 1	81,194	81,183	81,181	0,720	0,939	0,979
Sampel 2	71,204	71,192	71,191	0,719	0,959	0,979
Sampel 3	109,453	109,443	109,441	0,718	0,917	0,957

Titik Fluks 3

Berat sampel:

Sampel 1 = 5,001 gr

Sampel 2 = 5,012 gr

Sampel 3 = 5,025 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 67,505 gr

Sampel 2 = 78,118 gr

Sampel 3 = 38,636 gr

Tabel C16. Hasil Perhitungan Kadar Air Pemurnian Dengan Pengulangan

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke- 1	1 Jam ke- 2	1 Jam ke- 3
Sampel 1	72,468	72,458	72,457	0,760	0,960	0,980
Sampel 2	83,093	83,082	83,080	0,738	0,958	0,998

Sampel 3	43,624	43,612	43,611	0,736	0,975	0,995
----------	--------	--------	--------	-------	-------	-------

Titik Fluks 4

Berat sampel:

Sampel 1 = 5,003 gr

Sampel 2 = 5,019 gr

Sampel 3 = 5,014 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 104,679 gr

Sampel 2 = 70,295 gr

Sampel 3 = 95,434 gr

Tabel C17. Hasil Perhitungan Kadar Air Pemurnian Dengan Pengulangan

Titik Fluks 4

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					
	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke- 1	1 Jam ke- 2	1 Jam ke- 3
Sampel 1	109,643	109,631	109,629	0,780	1,019	1,059
Sampel 2	75,275	75,263	75,262	0,777	1,016	1,036
Sampel 3	100,409	100,396	100,395	0,778	1,037	1,057

Titik Fluks 5

Berat sampel:

Sampel 1 = 5,004 gr

Sampel 2 = 5,019 gr

Sampel 3 = 5,027 gr

Berat kosong cawan:

Sampel 1 = 95,433 gr

Sampel 2 = 67,503 gr

Sampel 3 = 104,677 gr

Tabel C18. Hasil Perhitungan Kadar Air Pemurnian Dengan Pengulangan

Titik Fluks 5

Data	Berat Sampel dan Cawan Porselen Setelah Pemanasan			Kadar Air (%)		
	Pemanasan					

	1 Jam ke-1	1 Jam ke-2	1 Jam ke-3	1 Jam ke- 1	1 Jam ke- 2	1 Jam ke- 3
Sampel 1	100,395	100,385	100,383	0,839	1,039	1,079
Sampel 2	72,479	72,469	72,468	0,857	1,056	1,076
Sampel 3	109,662	109,651	109,650	0,835	1,054	1,074

C.4 Perhitungan *Free Fatty Acid* (FFA)

Analisa kandungan FFA dilakukan dengan metode titrimetik menggunakan larutan NaOH 0,05 N sebagai titran. Kandungan FFA dinyatakan sebagai asam laurat sebesar 200 gram/mol. Analisa dilakukan sebanyak tiga kali pada lima titik sample yang berbeda. Hasil titrasi akan dipakai sebagai data perhitungan FFA dengan menggunakan rumus (3.6).

• Pemurnian Tanpa Pengulangan

Titik 1

Sampel 1

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,8 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \%FFA &= 20 \times N \times \frac{V}{W} \\ &= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,8/30) \\ &= \mathbf{0,7600\%} \end{aligned}$$

Sampel 2

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,9 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \%FFA &= 20 \times N \times \frac{V}{W} \\ &= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,9/30) \\ &= \mathbf{0,7633\%} \end{aligned}$$

Sampel 3

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,8 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W}$$

$$= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,8/30)$$

$$= 0,7600\%$$

Titik 2

Sampel 1

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,9 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W}$$

$$= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,9/30)$$

$$= 0,7633\%$$

Sampel 2

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,7 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W}$$

$$= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,7/30)$$

$$= 0,7567\%$$

Sampel 3

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,8 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W}$$

$$= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,8/30)$$

$$= 0,7600\%$$

• Titik 3

Sampel 1

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,9 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W}$$

$$= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,9/30) \\ = 0,7633\%$$

Sampel 2

$$\text{N} = 0,05 \text{ N}$$

$$\text{V} = 22,8 \text{ mL}$$

$$\text{w} = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times \text{N} \times \frac{\text{V}}{\text{W}} \\ = 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,8/30) \\ = 0,7600\%$$

Sampel 3

$$\text{N} = 0,05 \text{ N}$$

$$\text{V} = 22,9 \text{ mL}$$

$$\text{w} = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times \text{N} \times \frac{\text{V}}{\text{W}} \\ = 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,9/30) \\ = 0,7633\%$$

• Titik 4

Sampel 1

$$\text{N} = 0,05 \text{ N}$$

$$\text{V} = 23 \text{ mL}$$

$$\text{w} = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times \text{N} \times \frac{\text{V}}{\text{W}} \\ = 20 \times 0,05 \text{ N} \times (23/30) \\ = 0,7667\%$$

Sampel 2

$$\text{N} = 0,05 \text{ N}$$

$$\text{V} = 22,8 \text{ mL}$$

$$\text{w} = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times \text{N} \times \frac{\text{V}}{\text{W}} \\ = 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,8/30) \\ = 0,7600\%$$

Sampel 3

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,8 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W}$$

$$= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,8/30)$$

$$= 0,7600\%$$

Titik 5

Sampel 1

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,9 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W}$$

$$= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,9/30)$$

$$= 0,7633\%$$

Sampel 2

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,7 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W}$$

$$= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,7/30)$$

$$= 0,7567\%$$

Sampel 3

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,8 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W}$$

$$= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,8/30)$$

$$= 0,7600\%$$

Analisis BNT Kadar FFA Pemurnian Tanpa Pengulangan

Tabel Anova:

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1,48E-05	4	3,7E-06	0,416667	0,793139	3,47805
Within Groups	8,89E-05	10	8,89E-06			
Total	0,000104	14				

$$1. MS_E = 8,89E-06$$

$$2. T_{(\alpha, dfe)} = 2,633767$$

$$\alpha = 0,025$$

$$dfe = 10$$

$$3. r = 3$$

$$BNT = 0,006411438$$

Tabel C19. Data Uji BNt Kadar FFA Pemurnian Tanpa Pengulangan

Perlakuan	Kadar FFA	Kadar FFA+BNT	Notasi
Titik 1	0,761111111	0,767523	a
Titik 2	0,76	0,766411	a
Titik 3	0,762222222	0,768634	a
Titik 4	0,762222222	0,768634	a
Titik 5	0,76	0,766411	a

• Pemurnian Dengan Pengulangan

Titik 1

Sampel 1

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,6 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W}$$

$$= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,6/30)$$

$$= 0,7533\%$$

Sampel 2

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,9 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned}\%FFA &= 20 \times N \times \frac{V}{W} \\ &= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,9/30) \\ &= 0,7633\%\end{aligned}$$

Sampel 3

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,7 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned}\%FFA &= 20 \times N \times \frac{V}{W} \\ &= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,7/30) \\ &= 0,7567\%\end{aligned}$$

Titik 2

Sampel 1

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,8 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned}\%FFA &= 20 \times N \times \frac{V}{W} \\ &= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,8/30) \\ &= 0,7600\%\end{aligned}$$

Sampel 2

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,8 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned}\%FFA &= 20 \times N \times \frac{V}{W} \\ &= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,8/30) \\ &= 0,7600\%\end{aligned}$$

Sampel 3

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,9 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W}$$

• **Titik 3**

Sampel 1

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,8 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \%FFA &= 20 \times N \times \frac{V}{W} \\ &= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,8/30) \\ &= 0,7600\% \end{aligned}$$

Sampel 2

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,7 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \%FFA &= 20 \times N \times \frac{V}{W} \\ &= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,7/30) \\ &= 0,7567\% \end{aligned}$$

Sampel 3

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,9 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \%FFA &= 20 \times N \times \frac{V}{W} \\ &= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,9/30) \\ &= 0,7633\% \end{aligned}$$

Titik 4

Sampel 1

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,7 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times N \times \frac{V}{W}$$

$$= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,7/30) \\ = 0,7567\%$$

Sampel 2

$$\text{N} = 0,05 \text{ N}$$

$$\text{V} = 22,7 \text{ mL}$$

$$\text{w} = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times \text{N} \times \frac{\text{V}}{\text{W}} \\ = 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,7/30) \\ = 0,7567\%$$

Sampel 3

$$\text{N} = 0,05 \text{ N}$$

$$\text{V} = 22,8 \text{ mL}$$

$$\text{w} = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times \text{N} \times \frac{\text{V}}{\text{W}} \\ = 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,8/30) \\ = 0,7600\%$$

• Titik 5

Sampel 1

$$\text{N} = 0,05 \text{ N}$$

$$\text{V} = 22,9 \text{ mL}$$

$$\text{w} = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times \text{N} \times \frac{\text{V}}{\text{W}} \\ = 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,9/30) \\ = 0,7633\%$$

Sampel 2

$$\text{N} = 0,05 \text{ N}$$

$$\text{V} = 22,8 \text{ mL}$$

$$\text{w} = 30 \text{ gr}$$

$$\%FFA = 20 \times \text{N} \times \frac{\text{V}}{\text{W}} \\ = 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,8/30)$$

$$= 0,7600\%$$

Sampel 3

$$N = 0,05 \text{ N}$$

$$V = 22,6 \text{ mL}$$

$$w = 30 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \%FFA &= 20 \times N \times \frac{V}{W} \\ &= 20 \times 0,05 \text{ N} \times (22,6/30) \\ &= 0,7533\% \end{aligned}$$

Lampiran D. Dokumentasi

No	Dokumentasi	Keterangan
1.		Campuran Air-Santana
2.		Modul Membran

3.



Rangkaian alat
proses

4.



VCO Crude

5.



Pengujian FFA

6.



VCO setelah
pemurnian

RIWAYAT HIDUP

Aslah Areiga Fadhilla, lahir di Jakarta, 27 November 1998, merupakan anak dari Bapak Mailendra dan Ibu Yulfarina. Mengampu pendidikan dasar dan pendidikan menengah pertama di Sekolah Alam, dan pendidikan menengah atas di SMAN 49 Jakarta. Lulus program sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya pada tahun 2021. Memiliki pengalaman kerja praktik di PT. Petrokimia Gresik, pernah menjadi asisten Praktikum Kimia Analisis di Laboratorium Sains Teknik Kimia FT-UB 2019/2020 dan asisten Praktikum Kimia Fisika di Laboratorium Sains Teknik Kimia FT-UB 2020/2021.

Malang, 19 Juli 2021

Penulis



Aslah Areiga Fadhilla



RIWAYAT HIDUP

Riyad Fatahillah, lahir di Jakarta, 15 September 1998, merupakan anak dari Bapak Meriyanto dan Ibu Asiah. Mengampu Pendidikan dasar di SDN Pondok Labu 06 Jakarta, pendidikan menengah pertama di SMPN 37 Jakarta, dan pendidikan menengah atas di SMAN 66 Jakarta. Lulus program sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Brawijaya pada tahun 2021. Memiliki pengalaman kerja praktik di PT. Petrokimia Gresik, pernah menjadi asisten Praktikum Kimia Fisika di Laboratorium Sains Teknik Kimia FT-UB 2020/2021 dan asisten Praktikum Operasi Teknik Kimia di Laboratorium Operasi Teknik Kimia FT-UB 2020/2021.

Malang, 19 Juli 2021

Penulis,



Riyad Fatahillah

